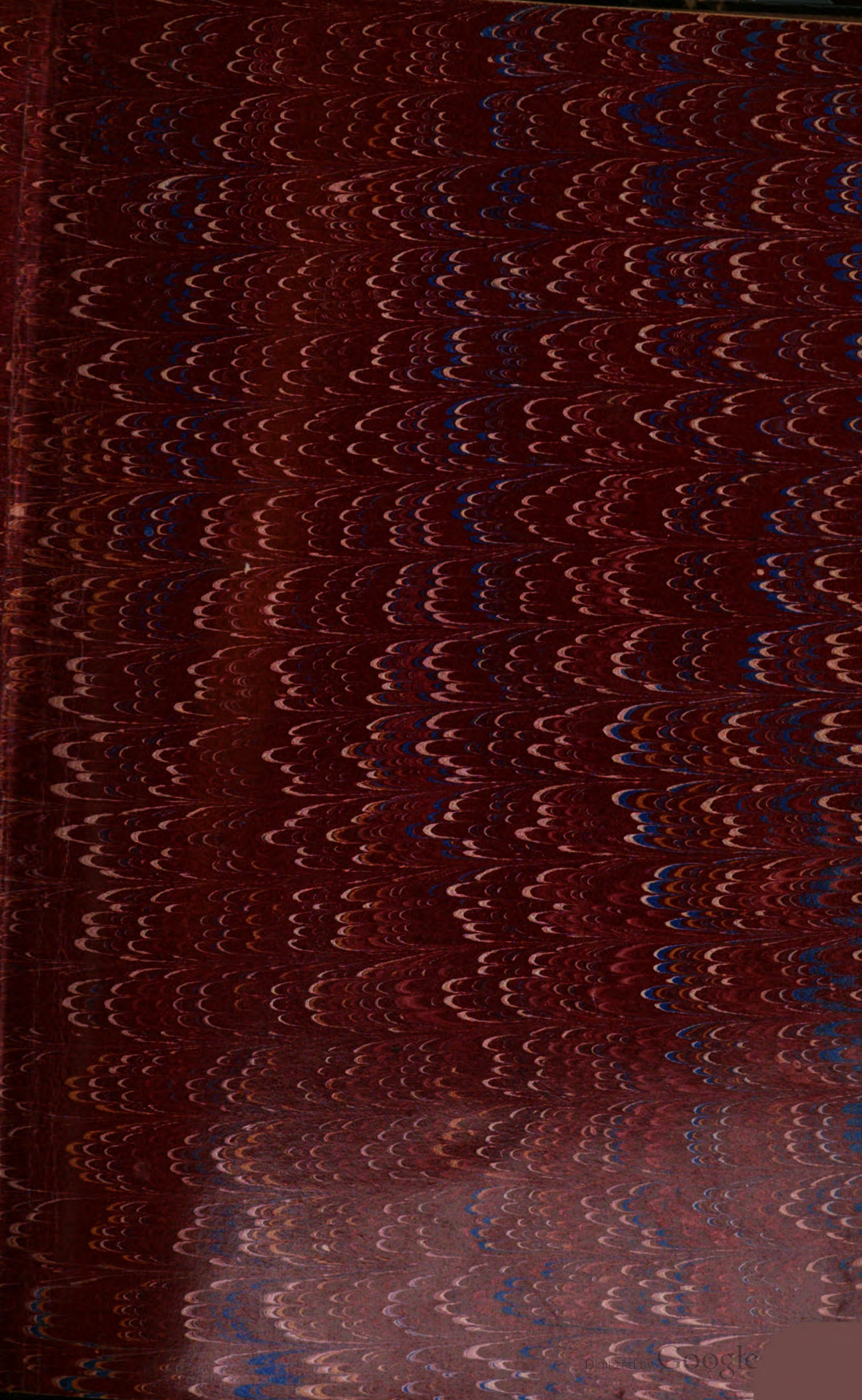
Annales des sciences naturelles


VE
RI
TAS



55e ANNÉE. — VIIe SÉRIE. TOME I. N

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

SEPTIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE, LA CLASSIFICATION
DES VÉGÉTAUX VIVANTS ET FOSSILES

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE

M. PH. VAN TIEGHEM

TOME I. — N° 1.

(ABONNEMENT AUX TOMES I ET II.)

PARIS
G. MASSON, ÉDITEUR
LIBRAIRIE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
Boulevard Saint-Germain et rue de l'Éperon
En face de l'École de médecine
1885

PARIS, 30 FR. — DÉPARTEMENTS ET ÉTRANGER, 32 FR.
Ce cahier a été publié en avril 1885.

CONDITIONS DE LA PUBLICATION

ANNALES DES SCIENCES NATURELLES

SEPTIÈME SÉRIE

Botanique, publiée sous la direction de M. Ph. Van Tieghem.

Il paraît chaque année 2 vol. avec les planches correspondant aux Mémoires.

Prix de l'abonnement annuel :

Paris : 30 francs.

Départements et Union postale : 32 francs.

Les mêmes conditions s'appliqueront aux Annales des Sciences naturelles, PARTIE ZOOLOGIQUE, à partir de la septième série. Trois volumes restent encore à publier (18 à 20), pour terminer la Zoologie.

Prix des collections.

Première série (Zoologie et Botanique réunies), 30 vol.	(*Rare.*)
Deuxième série (1834-1843). Chaque partie 20 vol.	250 fr.
Troisième série (1844-1853). Chaque partie 20 vol.	250 fr.
Quatrième série (1854-1863). Chaque partie 20 vol.	250 fr.
Cinquième série (1864-1873). Chaque partie 20 vol.	250 fr.
Sixième série (1874 à 1885). Chaque partie 20 vol.	250 fr.

ANNALES DES SCIENCES GÉOLOGIQUES

Dirigées, pour la partie géologique, par M. Hébert, et pour la partie paléontologique, par M. Alphonse Milne Edwards.

Il est publié chaque année, à partir de janvier 1870, 1 vol. gr. in-8°, avec les planches et figures dans le texte correspondant aux Mémoires.

Prix de l'abonnement annuel :

Paris : 15 fr.

Départements : 16 fr.

Union postale : 17 fr.

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

SEPTIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

Bourloton — Imprimeries réunies, A, rue Mignon, 2, Paris.

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

SEPTIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE ET LA CLASSIFICATION
DES VÉGÉTAUX VIVANTS ET FOSSILES

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE

M. PH. VAN TIEGHEM

TOME PREMIER

PARIS
G. MASSON, ÉDITEUR
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE DE PARIS
Boulevard Saint-Germain, 120
EN FACE DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE
1885

SECOND MÉMOIRE

SUR LES

CANAUX SÉCRÉTEURS DES PLANTES

Par M. PH. VAN TIEGHEM

Aujourd'hui plus activement que jamais les anatomistes appliquent leurs efforts à rechercher les caractères de structure qui peuvent servir de base à la détermination des affinités des plantes. De ces caractères, le plus précieux, parce qu'il est le plus précoce, parce que mieux que tout autre il échappe à l'influence des conditions de milieu, me paraît être la nature et la disposition de l'appareil sécréteur. A mon sens, il est de la plus grande importance pour l'Anatomie comparée de fixer avec toute la précision possible la localisation de cet appareil dans les diverses parties du corps des plantes. Cette localisation peut se maintenir la même à travers tous les membres de la plante, mais elle peut tout aussi bien se modifier plus ou moins profondément quand on passe d'un membre à un autre; il est donc nécessaire de l'étudier toujours directement et séparément dans chacune des parties constitutives du corps : racine, tige, feuille, fleur, fruit et graine.

En ce qui concerne la forme la plus compliquée de l'appareil sécréteur, celle qu'on désigne sous le nom de *canaux sécréteurs*, j'ai apporté, en 1872, une première contribution à cette étude en faisant connaître la disposition des canaux sécréteurs chez les Composées, les Ombellifères et Araliacées, les Pittosporées, les Térébinthacées et Burséracées, les Clusiacées, les Aroïdées, les Butomées et Alismacées, les Conifères et les Cycadées (1). Ces résultats sont devenus

(1) Ph. Van Tieghem, *Mémoire sur les canaux sécréteurs des plantes* (*Ann. des sc. nat.*, 5e série, t. XVI, p. 96, 1872). — Voir aussi, pour la disposition de l'appareil sécréteur dans la racine, mon *Mémoire sur la racine* (*Ann. des sc. nat.*, 5e série, t. XIII, p. 30, 1871).

classiques. Aujourd'hui je rassemble dans un second mémoire les observations nouvelles que j'ai pu faire, depuis cette époque, sur le même sujet, tant chez quelques-unes des familles précédentes que chez plusieurs autres. Comme l'indique le titre de ce travail, ces observations portent encore en majeure partie sur les canaux sécréteurs; pourtant, quelques-unes d'entre elles sont relatives aux cellules sécrétrices isolées ou anastomosées en réseau, qui se substituent parfois aux canaux sécréteurs dans la même famille ou dans des familles voisines.

COMPOSÉES (1).

On sait que l'appareil sécréteur affecte chez les Composées trois formes différentes : il se compose, soit de canaux oléifères, soit de cellules laticifères anastomosées en réseau, soit de longues cellules résinifères isolées. En laissant de côté quelques formes de transition, les Radiées et les Labiatiflores n'ont que des canaux oléifères ; les Liguliflores n'ont que des réseaux laticifères ; les Tubuliflores, du moins la plupart d'entre elles, ont à la fois des canaux oléifères et des cellules résineuses isolées. Il s'agit maintenant de préciser, dans chacun de ces trois cas, la disposition de l'appareil sécréteur dans la racine, la tige et la feuille de ces plantes.

I. — CANAUX SÉCRÉTEURS DES TUBULIFLORES, DES RADIÉES ET DES LABIATIFLORES.

1. *Tubuliflores et Radiées.* — La situation des canaux oléifères dans la structure primaire chez les Tubuliflores et les Radiées est bien connue (2).

Dans la racine, ils sont dépourvus de cellules spéciales, entaillés directement dans l'épaisseur de l'endoderme dé-

(1) Les principaux résultats de cet article ont été communiqués à la Société botanique de France, séances des 14 décembre 1883 et 14 mars 1884.

(2) Ph. Van Tieghem, *Mémoire sur les canaux sécréteurs* (loc. cit., p. 97).

doublé et groupés en arc vis-à-vis des faisceaux libériens du cylindre central. Dans la tige et la feuille, ils sont bordés de cellules sécrétrices spéciales, individualisés, par conséquent, par rapport à l'endoderme, à la surface externe duquel ils demeurent ordinairement appliqués, et leur disposition relativement aux faisceaux libéroligneux varie suivant les genres.

Dans une Note présentée à la Société botanique, séance du 14 mars 1884, M. Vuillemin a donné une liste de dix-neuf espèces représentant quatorze genres, et appartenant en grande majorité à la tribu des Radiées, chez lesquelles la tige a ses canaux sécréteurs *entaillés directement dans l'épaisseur de l'endoderme dédoublé;* il a cité en même temps une espèce de *Senecio* (*S. cordatus*) où les canaux sécréteurs de la tige sont situés *en dedans de l'assise à plissements* (1).

Cette sorte de canaux sécréteurs, entaillés dans l'épaisseur même de l'endoderme, que l'on rencontre dans la tige et la feuille de certaines Radiées et Tubuliflores, m'était parfaitement connue en 1872. Pour la tige, j'ai signalé alors ces canaux, non seulement dans le *Tussilago farfara*, comme le rappelle M. Vuillemin, mais encore dans les *Cineraria maritima* et *Cirsium arvense* (loc. cit. p. 130). Pour la feuille, je me suis exprimé ainsi à leur sujet : « Quelquefois, comme dans les *Tussilago farfara*, *Cineraria maritima*, etc., on voit le canal entaillé dans l'épaisseur même de l'endoderme, comme s'il provenait de la division en quatre d'une de ses cellules » (*loc. cit.*, p. 133). Cette citation montre que je connaissais d'autres exemples de cette disposition; et, en effet, dans mon ancien cahier d'observations, je la trouve signalée et figurée notamment dans le *Petasites niveus*, non cité par M. Vuillemin, et dans le *Senecio vulgaris*, qui fait partie de sa liste. Cette liste est d'ailleurs fort intéressante; elle prouve que la disposition dont il s'agit est moins rare qu'on ne l'avait cru jusqu'ici.

(1) Vuillemin, *Remarques sur la situation de l'appareil sécréteur des Composées* (Bull. de la Soc. bot., 14 mars 1884).

D'autre part, tout en la distinguant avec soin de la forme habituellement offerte par les canaux oléifères dans la tige et la feuille des Radiées et des Tubuliflores, je ne pense pas qu'il faille pour cela l'assimiler à la disposition des canaux dans la racine de ces plantes, comme semble le faire M. Vuillemin. En réalité, les canaux sécréteurs des Radiées et des Tubuliflores affectent, par rapport à l'endoderme, auquel ils appartiennent, trois modifications principales.

Dans la racine, ils sont dépourvus de cellules spéciales, puisque chaque cellule sécrétrice de l'endoderme a la même forme et la même dimension que les cellules non sécrétrices et déverse ses produits à la fois dans les deux méats qu'elle touche ; cette disposition se conserve dans la moitié inférieure de la tigelle et se rencontre aussi dans certaines tiges souterraines (*Tussilago farfara*, *Cirsium arvense*, etc.). Dans la tige et les feuilles, au contraire, ils sont bordés de cellules spéciales, qui ne déversent leur produit que dans un seul méat, et qui sont plus petites que les cellules non sécrétrices de l'endoderme (1). Mais il y a deux degrés dans cette spécialisation. Tantôt le cloisonnement qui découpe les cellules de bordure se produit vers l'un des bords de l'endoderme dilaté, en séparant le canal de l'assise à plissements, en l'individualisant par rapport à l'endoderme proprement dit : c'est le cas de beaucoup le plus fréquent. Presque toujours alors c'est vers le bord externe, en dehors des plissements, que le cloisonnement s'opère, de manière à rejeter le canal du côté de l'écorce ; quelquefois, comme M. Vuillemin vient de le montrer dans le *Senecio cordatus*, c'est au contraire vers le bord interne, en dedans des plissements, de façon à refouler le

(1) Quand la racine n'a, vis-à-vis de chaque faisceau libérien, qu'un seul canal oléifère assez large, hexagonal, bordé de six cellules (*Aster*, *Conyza*, *Eupatorium*, *Petasites*), ou très large, cylindrique et bordé par un grand nombre de cellules (*Solidago*), le canal se trouve individualisé davantage vis-à-vis de l'endoderme, mais les cellules à plissement qui le limitent en dedans sont toujours sécrétrices. C'est seulement après le développement des formations secondaires qu'elles se cloisonnent, comme les autres cellules de bordure, et que le canal se trouve entouré de cellules spéciales.

canal du côté du péricycle. Tantôt le canal se forme au plein milieu de l'endoderme non dilaté, par la simple division cruciale d'une cellule plissée, de manière à demeurer compris dans l'épaisseur de l'endoderme, vis-à-vis duquel il ne s'individualise pas : c'est le cas le plus rare, celui dont M. Vuillemin vient de citer de nouveaux exemples. Les quatre cellules qui bordent le méat n'en sont pas moins des cellules spéciales, puisque chacune d'elles n'a que le quart de la dimension d'une cellule endodermique ordinaire. C'est pourquoi ce troisième cas, évidemment intermédiaire aux deux autres, me semble plus rapproché du second que du premier. C'est aussi la raison pour laquelle, au début de cet article, ayant à résumer en deux mots la forme et la situation de l'appareil oléifère endodermique des Radiées et des Tubuliflores, je me suis contenté d'opposer aux canaux non bordés de la racine les canaux bordés de la tige et des feuilles.

Dans le Mémoire étendu qu'il a consacré récemment à l'anatomie de la tige des Composées (1), M. Vuillemin a d'ailleurs tenu compte (p. 65 et suiv.) des observations précédentes, que j'avais présentées à la Société botanique à la suite de sa première Note, de sorte qu'il ne subsiste désormais, entre nous, aucune divergence d'opinions sur ce sujet.

Outre les canaux sécréteurs endodermiques dont il vient d'être question, l'écorce de la tige et le parenchyme de la feuille peuvent en posséder à la périphérie, sous l'épiderme; mais cette disposition est rare (*Kleinia neriifolia*, *Solidago limonifolia*, *S. sempervirens*, *S. lævigata*, *S. fuscata*).

Le péricyde et les faisceaux libéroligneux en sont toujours dépourvus. Cette règle souffre pourtant une exception. M. Vuillemin a signalé, en effet, dans l'*Ambrosia trifida* l'existence d'un canal sécréteur au bord externe de chaque faisceau libéroligneux, à la limite du péricycle et du liber; il le regarde comme appartenant au liber du faisceau (2). En vérifiant cette

(1) Vuillemin, *Tige des Composées*, Paris, 1884.
(2) *Loc. cit.*, p. 129.

observation, j'ai remarqué que la plupart des faisceaux de la tige de l'*Ambrosia trifida* ont, dans leur région libérienne, trois larges canaux sécréteurs : le médian, appuyé contre l'arc fibreux du péricycle, quelquefois logé dans une échancrure de l'arc, ou même entièrement enveloppé par lui; les deux latéraux plus profondément enfouis dans le liber, appartenant peut-être déjà au liber secondaire; ce dernier contient même, quelquefois, un second canal médian, plus intérieur que les deux latéraux et superposé au canal externe. Ces canaux du liber secondaire n'ont d'anormal que leur précocité; le médian externe seul fait exception à la règle. Dans les autres *Ambrosia* (*A. maritima*, *A. tenuifolia*, *A. senegalensis*), j'ai retrouvé la structure normale; les faisceaux y ont leur liber dépourvu de canaux et possèdent, dans l'endoderme, un canal oléifère de chaque côté de l'arc scléreux péricyclique. L'exception paraît donc strictement limitée à l'*A. trifida*.

Enfin la moelle de la tige et le parenchyme supérieur de la feuille renferment assez souvent des canaux oléifères dont la disposition, par rapport aux faisceaux libéroligneux, varie, comme on sait, suivant les genres (*loc. cit.*, p. 132). Rappelons encore que dans le parenchyme de la feuille, les canaux sécréteurs sont parfois interrompus et transformés en un système de poches oléifères (*Tagetes*).

Les canaux oléifères existent toujours dans la racine, dans la tigelle et dans les cotylédons. Mais, au-dessus des cotylédons, il peut arriver que la tige et les feuilles en soient complètement dépourvues; toutefois leur absence n'a été constatée jusqu'ici que dans environ vingt espèces appartenant à treize genres; elle doit donc être considérée comme exceptionnelle.

Plus tard, il se fait souvent de nouveaux canaux sécréteurs dans les formations libéroligneuses secondaires; ceux-là sont conformés et disposés de la même manière dans les trois organes, notamment dans la tige et dans la racine. Presque toujours ils sont exclusivement localisés dans le liber secondaire; le bois secondaire en est dépourvu. Quelquefois, pourtant, on en rencontre à la fois dans le liber et dans le bois

secondaires (racine et rhizome d'*Inula helenium*, racine de *Carlina acaulis*, racine d'*Anacyclus pyrethrum* du commerce). Le rhizome d'Aunée, par exemple, renferme des canaux sécréteurs à la fois dans les quatre régions anatomiques dont il se compose : écorce, liber secondaire, bois secondaire et moelle. Je dois faire remarquer pourtant que les racines de Pyrèthre que j'ai étudiées à l'état vivant et qui provenaient du jardin botanique du Muséum, ne renfermaient pas, dans les rayons du bois secondaire, ces larges canaux oléifères qu'on y rencontre dans les racines du commerce ; le liber secondaire seul en était abondamment pourvu, non seulement dans ses rayons, mais encore çà et là, dans les bandes de tissu criblé. Cette différence ne dépend pas de l'âge et du diamètre de la racine considérée ; car les racines vivantes examinées par moi étaient plus grosses et avaient un bois secondaire plus développé que les racines du commerce qui servaient de termes de comparaison. Il y a là sans doute quelque influence, soit de culture, soit de variation spécifique (1).

2. *Labiatiflores*. — Parmi les Labiatiflores, je n'ai pu étudier à l'état vivant que les *Barnadesia rosea* et *spinosa*, et le *Stifftia chrysantha ;* mais en utilisant les ressources de l'herbier du Muséum, j'ai pu étendre mes recherches aux principaux genres de cette tribu.

La racine paraît être assez souvent munie de canaux sécréteurs, creusés dans l'endoderme et disposés, comme dans les Radiées et les Tubuliflores, en arcs superposés aux faisceaux libériens (*Stifftia chrysantha*, *Gerbera schimperi*, *Leria integrifolia*, *Calopappus acerosus*, etc.). Dans le *Stifftia*, l'endoderme subit, en face des faisceaux libériens, deux divisions tangentielles, et c'est entre la seconde et la troisième assise que sont creusés la plupart des méats oléifères ; on en trouve

(1) La différence due à cette cause peut même s'accuser davantage. Dans des racines de Pyrèthre cultivé à Paris, M. de Lanessan déclare n'avoir rencontré, et il ne figure, en effet, de canaux sécréteurs que dans l'écorce ; le liber et le bois secondaire en étaient également dépourvus (Fluckiger et Hanbury, *Histoire des drogues d'origine végétale*, trad. franç., t. II, p. 9, fig. 132).

parfois quelques-uns entre la première et la seconde, ou entre la troisième et la quatrième rangée. Les *Chaptalia* (*Ch. tomentosa*) offrent, au contraire, dans l'appareil sécréteur endodermique de leur racine une remarquable simplification. Toutes les cellules de l'endoderme, dont aucune ne se cloisonne tangentiellement, contiennent une huile essentielle que la fuchsine colore fortement. Elles sont écartées l'une de l'autre dans leurs moitiés externes, en dehors des plissements, de manière à laisser entre elles et les cellules de la seconde rangée de larges méats en losange. Mais ces méats sont pleins d'air, comme tous les autres plus externes ; l'huile essentielle ne s'y déverse pas. Un pareil endoderme, simplement oléifère, remplace aussi, comme on sait, les canaux sécréteurs corticaux, dans la racine de quelques Clusiacées (*Garcinia*, *Xanthochymus*, *Rheedia*). Ailleurs, l'endoderme de la racine est entièrement dépourvu, à la fois, de canaux sécréteurs et de toute production d'huile essentielle (*Barnadesia*).

La tige et la feuille sont quelquefois munies de canaux sécréteurs d'origine endodermique, dont les cellules sécrétrices tantôt touchent directement le péricycle (*Polyachurus villosus*), tantôt s'appuient contre l'assise plissée (*Mutisia retusa*, *Nassauvia digitata*, *Hyalis spartioides*, etc.), tantôt sont séparées de cette assise par un ou deux rangs de cellules corticales (*Ainsliœa acerifolia*). Ces canaux sont quelquefois très larges, bordés par une vingtaine de cellules (*Hyalis spartioides*). Ils sont le plus souvent superposés aux faisceaux libéroligneux, un en dehors du milieu de chacun des arcs scléreux du péricycle (*Ainsliœa acerifolia*, *Hyalis spartioides*, *Mutisia retusa*, *Polyachurus villosus*, etc.). Quelquefois il y en a un de chaque côté des faisceaux libéroligneux principaux, aux cornes des arcs fibreux péricycliques correspondants; ils alternent alors assez régulièrement avec les faisceaux (*Nassauvia digitata*, *N. spicata*, etc.). On peut aussi en trouver trois au dos de chaque faisceau, un médian et deux latéraux (*Lycoseris mexicana*).

Nombre de Labiatiflores n'ont de canaux sécréteurs ni dans

la tige, ni dans la feuille : c'est même, semble-t-il, la majorité des genres (*Barnadesia*, *Stifftia*, *Gerbera*, *Proustia*, *Leria*, *Calopappus*, *Dicoma*, *Triptilion*, *Chuquiraga*, *Schlechtendahlia*, *Chætanthera*, *Moquinia*, *Flotovia*, *Lucilia*, *Fulcaldea*, *Gochnatia*, *Chaptalia*, *Onoseris*). Les canaux sécréteurs peuvent exister dans la racine et manquer dans la tige, comme on le voit par les *Stifftia*, *Gerbera*, *Calopappus*, *Leria*, etc. Chez aucune Labiatiflore, je n'ai rencontré de canaux oléifères dans la moelle, ni dans le liber secondaire.

En résumé, quand ils existent chez les Labiatiflores, les canaux sécréteurs n'y sont ni conformés, ni disposés autrement que chez les Radiées et les Tubuliflores. C'est ce dont il était intéressant de s'assurer.

II. — RÉSEAUX LATICIFÈRES DES LIGULIFLORES.

La situation des réseaux laticifères dans la racine, la tige et la feuille des Liguliflores n'a pas été fixée jusqu'ici avec autant de précision que celle des canaux sécréteurs des trois autres tribus. C'est cette lacune qu'il s'agit de combler.

Ces réseaux laticifères occupent une position différente, suivant qu'ils appartiennent à la tige et à la feuille, ou à la racine. Il y a donc deux cas à distinguer.

1. *Tige et feuille.* — D'après les auteurs qui en ont fait une étude spéciale, notamment l'anonyme de 1846, Hanstein (1864) et M. Trécul (1865), les réseaux laticifères de la tige et de la feuille des Liguliflores sont situés au pourtour externe du liber des faisceaux libéroligneux. Plus explicite à cet égard, M. de Bary (*Vergleichende Anatomie*, 1877) les place au bord externe de chaque faisceau demi-cylindrique de tubes criblés, et affirme qu'on en trouve aussi, en moindre nombre et plus petits, dans l'intérieur même de ces faisceaux, parmi les tubes criblés. Il en résulterait qu'ils appartiennent au liber primaire. Il y a là, comme on va voir, quelque chose à préciser et à rectifier.

Entre l'endoderme et les premiers tubes criblés des fais-

ceaux libéroligneux, la tige des Liguliflores possède, comme toutes les tiges, une couche de tissu que j'ai désignée dans mon *Traité de Botanique* sous le nom d'*assise périphérique du cylindre central*, ou de *couche périphérique du cylindre central* quand elle contient plusieurs assises. Plus récemment, en raison de la très grande importance de cette couche, qui ne paraît pas avoir été suffisamment comprise jusqu'ici, et pour éviter une continuelle périphrase, j'ai proposé de lui donner le nom de *péricycle*, dénomination qui a été aussitôt adoptée par plusieurs anatomistes (1). Vis-à-vis des rayons médullaires, le péricycle se compose d'une seule assise de cellules de parenchyme ; vis-à-vis de chacun des faisceaux libéroligneux, il est plus épais et renflé en un demi-cylindre qui fait saillie, soit vers l'extérieur, en provoquant une convexité correspondante dans l'endoderme (*Picridium*, etc.), soit vers l'intérieur, en rendant concave le faisceau libérien sous-jacent (*Cichorium*, etc.). Ce demi-cylindre commence, sous l'endoderme, par une assise de cellules de parenchyme ; tout le reste forme un paquet de cellules étroites et longues, à parois brillantes, plus ou moins épaissies suivant les plantes, devenant quelquefois de vraies fibres de sclérenchyme (*Picridium*, *Cichorium*, etc.), et destiné à soutenir le faisceau libéroligneux auquel il est superposé. Le tout correspond évidemment au faisceau de sclérenchyme que l'on rencontre, chez un grand nombre de plantes ligneuses, en dehors de chaque faisceau libéroligneux de la tige et des feuilles, faisceau de soutien qui appartient aussi, comme on sait, non au liber du faisceau libéroligneux, mais au péricycle. Or, c'est dans l'assise du parenchyme interposé entre l'endoderme et le faisceau de soutien qu'est situé le réseau laticifère, réseau qui s'anastomose, de chaque côté, avec ceux des faisceaux voisins à travers l'assise de parenchyme qui constitue à elle seule le péricycle vis-à-vis des rayons médullaires. Le réseau laticifère n'appartient donc pas au liber, puisqu'il est séparé des tubes

(1) *Bull. de la Soc. bot.*, t. XXIX, p. 280, 1882.

criblés les plus externes par toute l'épaisseur du faisceau de soutien ; il est situé dans l'assise extérieure, sous-endodermique, du péricycle.

Il est vrai qu'il s'étend quelquefois à droite et à gauche, sur les flancs du faisceau de soutien; il peut même s'insinuer entre le liber et le faisceau de soutien, parce que les cellules internes du péricycle demeurent, comme les cellules externes, à l'état de parenchyme, et se différencient, çà et là, en cellules laticifères. Il arrive aussi que certaines cellules intérieures du faisceau de soutien demeurent parenchymateuses et contiennent du latex, ou que des branches d'anastomose poussées par les cellules laticifères externes pénètrent et cheminent dans son épaisseur. Dans ces divers cas, le réseau laticifère se rapproche du liber, mais sans y pénétrer ; il demeure confiné dans le péricycle. L'erreur de M. de Bary était donc de regarder le faisceau de soutien comme formé de tubes criblés, et, par conséquent, comme faisant partie intégrante du liber du faisceau libéroligneux.

On sait que dans certaines Liguliflores (*Lactuca*, *Sonchus*, *Scorzonera*, *Tragopogon*, *Hieracium*, etc.), il se fait à la périphérie de la moelle, par cloisonnement longitudinal de certaines cellules médullaires, de petits faisceaux de tubes criblés entourés d'un rang de petites cellules de parenchyme; c'est dans ce rang externe que certaines cellules deviennent laticifères. Les réseaux laticifères de ces faisceaux libériens médullaires sont donc aussi extérieurs et non intérieurs au liber.

Plus tard, au contraire, dans le liber secondaire, il se forme, comme on sait, de nombreux réseaux laticifères, aux dépens de la différenciation locale des éléments du parenchyme libérien. Il en est donc, sous ce rapport, des réseaux laticifères des Liguliflores, comme des canaux oléifères des Radiées. Les uns et les autres sont exclus du liber primaire et se développent abondamment dans le liber secondaire.

2. *Racine*. — Considérons maintenant la racine et prenons pour premier exemple la Scorsonère (*Scorzonera hispanica*). Avant l'apparition des formations secondaires, le cylindre

central du pivot de cette plante comprend quatre faisceaux ligneux avec autant de faisceaux libériens alternes, disposés à la périphérie d'une assez large moelle et séparés de l'endoderme par une seule assise de cellules formant le péricycle. Chaque faisceau libérien a la composition suivante. Contre le péricycle sont adossés quelques petits îlots de tubes criblés très étroits, au nombre de trois à cinq ordinairement, séparés l'un de l'autre par une ou deux cellules de même diamètre qu'un îlot tout entier; chacun de ces petits faisceaux criblés provient, en effet, du cloisonnement longitudinal d'une seule cellule de l'assise sous-péricyclique, pareille à celles qui subsistent entre eux. En dedans de cette première assise, qui est le lieu des tubes criblés, il y en a ordinairement deux autres, formées de cellules de même largeur que celles qui séparent les îlots criblés dans l'assise externe. Après quoi vient la rangée de cellules conjonctives, dont le cloisonnement tangentiel produit plus tard la zone génératrice des formations secondaires, rangée qui borde le liber et le limite en dedans comme le péricycle le borde et le limite en dehors.

Dans le cylindre central ainsi constitué, où sont situés les réseaux laticifères? On n'en trouve pas dans le péricycle, dont toutes les cellules sont hyalines, souvent même rendues très réfringentes par la présence de l'inuline en dissolution dans le suc cellulaire. Ils appartiennent aux deux rangées de cellules situées au bord interne du faisceau libérien, en dedans des tubes criblés. La majeure partie de ces cellules renferme du latex, tandis que les cellules de parenchyme qui séparent les îlots criblés dans l'assise externe du liber n'en contiennent pas; cependant, sur les flancs de l'arc libérien, les laticifères viennent toucher le péricycle. Les coupes longitudinales montrent que les cellules laticifères se sont fusionnées dans chaque série verticale par la destruction des cloisons transverses, qui demeurent marquées par un léger bourrelet circulaire; de plus, les membranes qui séparent deux séries longitudinales voisines se montrent çà et là percées de trous ronds qui permettent un mélange direct des contenus laiteux dans le sens

transversal. Quand deux séries de cellules laticifères sont isolées par une série de cellules de parenchyme ordinaire, leur membrane pousse vers ces cellules ordinaires un grand nombre de protubérances coniques dont la plupart demeurent courtes et closes au sommet; certaines seulement, situées çà et là en face d'une cloison transverse, se prolongent en s'insinuant dans l'épaisseur de la cloison entre deux cellules ordinaires superposées et viennent s'aboucher avec le laticifère situé de l'autre côté.

Ainsi donc, dans la racine, le réseau laticifère occupe le bord interne du liber en dedans des tubes criblés, tandis que dans la tige et la feuille il occupe, comme on vient de le voir, le péricycle en dehors des tubes criblés. Comment se fait, au collet, le passage de la première disposition à la seconde?

Une série de sections transversales, pratiquées depuis la base du pivot jusque assez avant dans la tigelle, montre que le latex apparaît dans le péricycle avant d'avoir disparu du liber; il y a donc un court espace où les deux systèmes coexistent. Dans cette région, ils contractent de nombreuses anastomoses, aussi bien à travers la couche des tubes criblés par le moyen des cellules de parenchyme qui séparent les îlots, que sur les flancs du liber, où, comme on sait, les laticifères libériens touchent directement le péricycle. Un peu plus haut, les laticifères libériens cessent tout à fait, et le système sécréteur du péricycle existe seul désormais. Il n'y a donc pas simplement passage du réseau laticifère de la face interne des tubes criblés sur leur face externe, comme on l'aurait pu croire; il y a en réalité deux réseaux distincts, qui se remplacent, en s'anastomosant dans la courte région où ils coexistent (1).

(1) L'origine libérienne des laticifères de la racine des Liguliflores a déjà été indiquée dans mon mémoire de 1872 : « Dans l'organisation primaire de la racine, où ils ne paraissent pas avoir été étudiés, les laticifères des Liguliflores appartiennent aux groupes libériens primitifs, dont ils ne sont que certaines files de cellules transformées » (*loc. cit.*, p. 127). Mais il y a quelque chose à rectifier et à compléter dans ce que je disais alors de leur distribution dans le liber, car j'ajoutais : « Ils sont assez irrégulièrement mélangés aux autres cellules libériennes. Dans le très jeune âge, il semble même que tous les élé-

Avant de quitter la Scorsonère, remarquons encore que l'endoderme de la racine, simple vis-à-vis des faisceaux ligneux, y est dédoublé en face des faisceaux libériens et creusé de méats oléifères. Il y a donc, dans la racine de cette plante, coexistence des deux appareils sécréteurs, laticifère et oléifère, et c'est un nouvel exemple à ajouter à celui des *Scolymus*, où j'ai signalé cette même coexistence en 1872 (*loc. cit.*, p. 128). Dans la tigelle, le cloisonnement de l'endoderme cesse, et avec lui prend fin l'appareil oléifère, qui cède la place à l'appareil laticifère dans la tige et les feuilles.

La racine du Salsifis (*Tragopogon porrifolius*) se comporte comme celle de la Scorsonère, pour les laticifères comme pour le dédoublement de l'endoderme en face des faisceaux libériens et le creusement de méats entre les cellules dédoublées; mais il m'a été impossible d'apercevoir la moindre trace d'huile dans ces méats. On sait d'ailleurs que dans les *Cichorium* et *Lapsana* le dédoublement de l'endoderme a lieu sans que les cellules s'écartent pour former des méats, tandis que chez d'autres Liguliflores (*Hieracium*, *Chondrilla*, *Hypochæris*, etc.) ce dédoublement ne s'opère même plus du tout (*loc. cit.*, p. 128). A partir des *Scolymus* et *Scorzonera*, on suit donc pas à pas la réduction progressive de l'appareil oléifère endodermique de la racine, à mesure que s'y développe l'appareil laticifère libérien.

Les laticifères occupent la même situation dans le liber de la racine chez toutes les autres Liguliflores étudiées (*Hypochæris*, *Hieracium*, *Chondrilla*, etc.).

III. — Cellules résineuses isolées des Tubuliflores.

Les cellules résinifères isolées des Tubuliflores occupent, dans le corps de ces plantes, la même situation que les réseaux

ments libériens soient également remplis de latex et que ce ne soit que plus tard que le suc laiteux se localise dans certaines cellules. » Je n'avais pas, à cette époque, analysé avec autant de précision qu'aujourd'hui la composition du faisceau libérien, ni fixé aussi exactement la place des tubes criblés par rapport au parenchyme.

laticifères chez les Liguliflores; il y a donc ici aussi deux cas à distinguer.

1. *Tige et feuille.* — Les longues cellules isolées qui, dans un grand nombre de Tubuliflores (*Carduus, Cirsium, Silybum, Lappa, Vernonia,* etc.), renferment un suc laiteux et résinifère, ont été étudiées par M. Trécul (1862), puis par M. Vogl dans la Bardane (1866). Bornons-nous à dire qu'elles occupent exactement la même situation que les cellules laticifères anastomosées en réseau chez les Liguliflores, c'est-à-dire qu'elles sont disposées sous l'endoderme, dans l'assise externe et parenchymateuse du péricycle, en dehors du faisceau de sclérenchyme qui est superposé à chaque faisceau libéroligneux, qu'elles sont séparées par conséquent du liber primaire par toute l'épaisseur de ce faisceau de soutien. Elles forment quelquefois deux assises entre le faisceau de sclérenchyme et l'endoderme (*Carlina vulgaris*). Plus tard, il s'en développe de nouvelles dans le liber secondaire. Il y a évidemment homologie de situation, comme il y a analogie de fonction, entre les cellules laticifères des Liguliflores et des Tubuliflores; la différence n'est que dans la forme des cellules et dans leurs relations mutuelles.

2. *Racine.* — Ces cellules sécrétrices existent-elles aussi dans la racine de ces plantes et où y sont-elles situées?

La racine des *Carduus, Cirsium, Silybum, Lappa,* étudiée sous ce rapport, ne m'a montré de cellules résineuses ni dans le péricycle, ni dans le liber. La cause en est peut-être dans ce fait que le système oléifère endodermique est plus développé dans la racine des Tubuliflores que dans celle de la plupart des Composées (*loc. cit.*, p. 126); quelquefois même l'endoderme y est dédoublé et creusé de méats oléifères également dans tout son pourtour (*Carduus, Lappa,* etc.). Pourtant, dans le *Vernonia prœalta*, j'ai observé dans chaque faisceau libérien, en dedans du groupe de tubes criblés et vers les bords de ce groupe, quelques cellules laiteuses et résinifères, tandis que le péricycle en était dépourvu. C'en est assez pour montrer que, lorsque les cellules résineuses existent

dans la racine des Tubuliflores, elles y occupent la même situation que les réseaux laticifères des Liguliflores; en d'autres termes, quand le système de cellules résinifères de ces plantes se prolonge de la tige dans la racine, il change de lieu, quittant le péricycle pour se placer dans le liber.

En résumé, suivant la forme qu'il affecte, l'appareil sécréteur occupe dans l'organisation des Composées deux régions différentes, ce qui rend possible à la rigueur la coexistence des deux formes au même niveau, coexistence assez rare, il est vrai, mais dont on a cité plusieurs exemples. Constitué par des canaux oléifères, il est endodermique; composé de cellules laticifères isolées ou anastomosées en réseau, il est péricyclique ou libérien. Dans le premier cas, il se maintient au même lieu, qui est l'endoderme, dans toute l'étendue du corps, aussi bien dans la tige et la feuille que dans la racine. Dans le second, au contraire, il change de lieu en passant de la racine dans la tige; libérien dans la racine, il devient péricyclique dans la tige et se maintient tel dans la feuille.

Cette localisation différente de l'appareil sécréteur, quand on passe de la racine à la tige, est un fait dont on connaît déjà plusieurs exemples. Ainsi, parmi les Clusiacées, les *Xanthochymus*, *Rheedia* et *Garcinia* ont l'écorce de la racine dépourvue de canaux sécréteurs, mais munie en revanche de deux assises oléifères, l'une en dehors, qui n'est autre que l'assise subéreuse, l'autre en dedans, qui n'est autre que l'endoderme dans les arcs subérifiés superposés aux faisceaux libériens. La tige de ces mêmes plantes a, au contraire, son écorce creusée de canaux sécréteurs, mais, par compensation, dépourvue d'assises oléifères. Ainsi encore, parmi les Conifères, les *Abies*, *Cedrus* et *Pseudolarix* possèdent dans la racine un canal médullaire axile sans canaux corticaux; dans la tige, au contraire, des canaux corticaux sans canal médullaire axile.

La famille des Composées peut donc servir d'exemple tout aussi bien pour l'unité que pour la diversité de lieu de l'appareil sécréteur.

DIPSACÉES.

Les Dipsacées sont dépourvues de canaux sécréteurs, mais plusieurs d'entre elles possèdent, dans le péricycle de la tige et des feuilles, de longues cellules sécrétrices isolées, à la fois laiteuses et résinifères. Il en résulte une affinité avec les Composées de la tribu des Tubuliflores.

La tige des *Dipsacus* (*D. fullonum*, *sylvestris*, *Gmelini*, etc.) a son écorce limitée en dehors par une assise collenchymateuse incolore, en dedans par un endoderme à parois radiales molles, munies de légers plissements. Entre l'endoderme et le liber des faisceaux, s'étend une assise de larges cellules à parois minces constituant le péricycle. C'est dans ce péricycle que se trouvent les cellules sécrétrices. Elles sont ordinairement isolées, quelquefois rapprochées par deux ou trois, aussi larges que les cellules ordinaires du péricycle, mais beaucoup plus longues et terminées en fuseau aux deux bouts. Leur contenu opaque et laiteux tient en suspension des globules résineux et renferme fréquemment du tannin. Le liber, primaire ou secondaire, le bois, la moelle, sont, tout aussi bien que l'écorce, dépourvus de ces cellules sécrétrices.

La feuille a chacun de ses faisceaux libéroligneux enveloppé séparément par un arc d'endoderme. Entre cet arc et le liber du faisceau, s'étend une couche de larges cellules formant le péricycle et dans cette couche se trouvent situées les mêmes cellules sécrétrices, sombres et résineuses, que dans la tige. Dans le *Dipsacus Gmelini*, il n'y a ordinairement qu'une seule file de ces cellules résineuses, située au milieu de l'arc du péricycle, rarement deux côte à côte.

Dans la racine, je n'ai rencontré de ces cellules laiteuses ni dans le péricycle, ni dans le liber.

Tout en se reliant aux Tubuliflores par la présence et la situation des cellules laiteuses dans les *Dipsacus*, les Dipsacées s'éloignent de toutes les Composées par la nature du péricycle de la tige et de la feuille, toujours réduit chez elles à une assise de cellules à parois minces.

OMBELLIFÈRES ET ARALIÉES (1).

J'ai décrit autrefois la situation des canaux oléifères dans l'organisation primaire de la racine des Ombellifères et des Araliées (2). Ils sont, comme on sait, dépourvus de cellules spéciales, entaillés directement dans l'épaisseur du péricycle cloisonné à cet effet, et disposés à la fois vis-à-vis des faisceaux ligneux et vis-à-vis des faisceaux libériens. En face de chaque faisceau ligneux, ils sont rapprochés côte à côte en nombre impair, le médian seul quadrangulaire, les autres triangulaires, et creusés dans la moitié externe de l'épaisseur du péricycle, contre l'endoderme. En face de chaque faisceau libérien, ils sont solitaires, quadrangulaires ou pentagonaux, et creusés dans la moitié interne de l'épaisseur du péricycle, contre le liber, dont leurs deux ou trois petites cellules internes ont l'air de faire partie. Il en résulte que si n est le nombre des faisceaux ligneux ou libériens de la racine, le péricycle se trouve partagé en $4n$ arcs, alternativement oléifères et non oléifères, en 8 arcs s'il s'agit du pivot, qui est binaire. Les arcs non oléifères seuls pouvant donner naissance à des radicelles, il en résulte, comme on sait, que les radicelles se trouvent normalement disposées sur la racine mère en $2n$ rangées longitudinales qui alternent avec les faisceaux ligneux et libériens, en 4 rangées s'il s'agit des radicelles de premier ordre du pivot.

Si l'on passe de la racine à la tige, on voit la disposition des canaux sécréteurs du péricycle se maintenir dans la tigelle, jusqu'à peu de distance des cotylédons, telle qu'elle était dans le pivot. Sous les cotylédons, les canaux se bordent de cellules sécrétrices spéciales, s'individualisent, s'écartent et se disposent de manière qu'il y en ait un au dos de chacun des six fais-

(1) Résultats communiqués à la Société botanique, séances du 14 janvier et du 12 décembre 1884.

(2) Ph. Van Tieghem, *Mémoire sur la racine* (*Ann. des sc. nat.*, 5e série, t. XIII, 1871), et *Mémoire sur les canaux sécréteurs* (*Ann. des sc. nat.*, 5e série, t. XVI, 1872).

ceaux libéroligneux qui se rendent trois par trois dans chaque feuille primordiale. Chacun des trois faisceaux cotylédonaires est enveloppé par un péricycle propre et par un endoderme spécial; c'est dans l'épaisseur du péricycle, en dedans de l'endoderme spécial, qu'est situé le canal quadrangulaire supra-libérien. Racine, tigelle et cotylédons n'ont donc de canaux oléifères que dans leur péricycle, général ou spécial; leur parenchyme en est dépourvu.

Au-dessus des cotylédons, je n'avais pas, à cette époque, poursuivi l'étude de la disposition des canaux sécréteurs dans la tige et les feuilles. M. Trécul venait de faire ce travail avec beaucoup de soin et de détail (1); il y avait lieu de croire la question épuisée. Depuis lors, je me suis aperçu qu'il y subsistait au contraire une lacune, que le présent article a pour objet de combler.

Les canaux sécréteurs étudiés par M. Trécul dans l'organisation primaire de la tige et de la feuille de ces plantes appartiennent, en effet, à l'écorce et à la moelle; ils forment un système différent de ceux que j'ai signalés dans le péricycle de la racine, de la tige hypocotylée et des cotylédons, système qui s'arrête dans la tige au niveau des cotylédons et qui ne pénètre pas dans les racines. Il y a donc lieu de se demander ce que devient, au-dessus des cotylédons, le système de canaux du péricycle. S'arrête-t-il, pour être remplacé par le système de canaux du parenchyme cortical et médullaire, ou bien se continue-t-il, au contraire, dans toute l'étendue de la tige et des feuilles, en se superposant à ce second système? C'est cette dernière alternative qui est effectivement réalisée, comme on va voir par quelques exemples.

Considérons d'abord le cas le plus simple, mais aussi le plus rare, celui où l'écorce et la moelle de la tige, ainsi que le parenchyme de la feuille, sont également dépourvus de canaux

(1) Trécul, *Des vaisseaux propres dans les Ombellifères* (*Comptes rendus*, t. LXIII, 1866); *Des vaisseaux propres dans les Araliacées* (*Comptes rendus*, t. LXIV, 1867).

sécréteurs, où le système étudié par M. Trécul n'existe pas; ce cas est réalisé par l'*Hydrocotyle vulgaris*.

Le cylindre central de la tige de cette plante est enveloppé par un endoderme à plissements échelonnés, qui fait saillie vers l'extérieur vis-à-vis de chaque faisceau libéroligneux. Sous l'endoderme, s'étend un péricycle parenchymateux, plus mince en face des rayons médullaires, où il ne comprend que deux ou trois rangs de cellules, plus épais en face des faisceaux libéroligneux, où il remplit les saillies de l'endoderme. C'est dans chacun de ces épaississements du péricycle, vis-à-vis du milieu de l'arc libérien, que se trouve un canal sécréteur, dont les cellules de bordure touchent en dehors les cellules plissées de l'endoderme.

La feuille de l'Hydrocotyle a dans son pétiole trois faisceaux libéroligneux, enveloppés chacun d'un péricycle spécial et d'un endoderme propre, le médian plus petit, les latéraux plus grands. Le premier a dans son péricycle, vis-à-vis du milieu de l'arc libérien, un seul canal oléifère; les seconds en ont chacun deux, situés vis-à-vis des côtés de l'arc libérien : de telle sorte que l'unique plan de symétrie de la feuille s'accuse nettement dans la disposition de son appareil sécréteur.

On voit donc que, dans l'*Hydrocotyle vulgaris*, les canaux sécréteurs du péricycle se continuent dans toute l'étendue de la tige et des feuilles, et même qu'ils constituent le seul système sécréteur de la plante.

Comme second exemple, nous pourrons prendre le *Bupleurum fruticosum*, qui n'a pas non plus de canaux oléifères dans l'écorce, mais qui en possède dans la moelle. Chacun des faisceaux libéroligneux présente, en effet, un canal de chaque côté de sa région ligneuse ; à vrai dire, ces canaux sont plutôt dans les rayons médullaires que dans la moelle. Plus tard, quand les rayons se sclérifient, les cellules de bordure des canaux s'épaississent à leur tour, et ils semblent disparaître dans la masse du sclérenchyme ; leur disparition a donc lieu par suite d'une sclérification propre, et non, comme l'a décrit M. Tré-

cul, par suite de la compression exercée sur eux par les cellules environnantes et qui les écraserait. Outre ces canaux médullaires, la couche uniforme de parenchyme qui constitue, entre l'endoderme et le liber des faisceaux, le péricycle de la tige, contient, vis-à-vis du liber, des canaux oléifères, signalés par M. Trécul comme appartenant à la zone interne de l'écorce. Ici les canaux du péricycle se continuent donc encore dans la tige et les feuilles, mais en se superposant à un système de canaux médullaires. Il en est de même dans les *B. angulosum*, *graminifolium*, *ranunculoides*, etc. (1).

En troisième lieu, considérons le cas de beaucoup le plus général, celui où la tige possède des canaux à la fois dans son écorce et dans sa moelle. Les canaux du péricycle ne s'en prolongent pas moins dans toute l'étendue de la tige, sous l'endoderme général, et dans toute la longueur des feuilles, en dedans des endodermes spéciaux qui, dans ces deux familles, enveloppent toujours individuellement les faisceaux foliaires. Ils y affectent, suivant les genres, des dispositions diverses. Le plus souvent (*Myrrhis*, *Chærophyllum*, *Panax*, *Hedera*, etc.), ils sont disposés en forme d'arc et en nombre impair dans le bord interne de l'arc de soutien, plus ou moins fortement scléreux, que le péricycle constitue en dehors du liber de chaque faisceau libéroligneux, tantôt recouverts en dedans par une couche plus ou moins épaisse d'éléments scléreux, qui les séparent du liber, tantôt directement en contact avec le liber et pouvant paraître alors libériens. En réalité, pas plus que les canaux supra-libériens de la racine, qui sont aussi contre le liber, ils n'appartiennent au liber lui-même, mais bien au péricycle ; il faut convenir cependant que, quand ils sont situés ainsi à la limite des deux formations, la chose peut demeurer douteuse. Il n'en est pas de même dans les cas où ils occupent, au contraire, le bord externe de l'arc scléreux du péricycle, près de l'endoderme ou même en contact direct avec lui. Bornons-nous à citer les *Eryngium*, où les canaux du péricycle affectent en outre une disposition très curieuse.

(1) Contrairement à l'assertion de M. Trécul, qui refuse des canaux médullaires au *B. ranunculoides* (*loc. cit.*, p. 204).

Dans le pétiole de l'*Eryngium planum*, par exemple, chaque faisceau libéroligneux, enveloppé d'un endoderme spécial amylifère, possède sous cet endoderme, dans son péricycle propre, régulièrement sept canaux oléifères. En dehors du liber, le péricycle est fortement épaissi et constitue un arc de sclérenchyme; en dedans du bois, il est épaissi aussi, mais moins, et demeure parenchymateux; sur les flancs du faisceau, il se réduit à une ou deux rangées de cellules de parenchyme. Les sept canaux qu'il renferme sont disposés ainsi : un médian dans l'épaississement situé en dedans du bois; deux latéraux au bord externe de l'arc scléreux situé en dehors du liber; un de chaque côté sur les flancs du liber, un de chaque côté sur les flancs du bois.

On pourrait multiplier beaucoup ces exemples. Ceux qu'on vient de donner suffisent pour montrer que le système de canaux sécréteurs qui existe seul dans les racines, dans la tigelle et dans les cotylédons, se continue indéfiniment au-dessus des cotylédons dans la tige et les feuilles, à sa même place, c'est-à-dire dans le péricycle, général ou particulier, plus ou moins près du liber des faisceaux libéroligneux, mais non dans ce liber. Ce système existe quelquefois seul (*Hydrocotyle vulgaris*); mais le plus souvent il se superpose à un second système de canaux, situés dans le parenchyme, quelquefois exclusivement médullaires (*Bupleurum fruticosum, ranunculoides, graminifolium, angulosum*, etc.), ordinairement à la fois médullaires et corticaux. C'est ce second système seul que M. Trécul a étudié et dont il a signalé les principales modifications suivant les genres; le premier système lui a échappé.

La présence de canaux sécréteurs, disposés comme il vient d'être dit, est un caractère constant chez les Ombellifères et les Araliées. Aussi doit-on exclure des Araliées plusieurs genres, rattachés avec plus ou moins de doute à cette famille par certains botanistes descripteurs, et qui se montrent soit absolument dépourvus de canaux sécréteurs, soit munis de canaux sécréteurs tout autrement disposés. Tels sont les

genres *Mastixia*, *Helwingia* et *Curtisia*, dont il convient de dire ici quelques mots.

Sur le genre MASTIXIA. — Les botanistes descripteurs sont loin d'être d'accord sur les affinités des *Mastixia*. M. Baillon les classe dans les Araliées tout à côté des *Arthrophyllum;* il avait même cru d'abord pouvoir les réunir génériquement aux *Arthrophyllum* (*Adansonia*, III, p. 83, 1863), mais plus tard il a rétabli les *Arthrophyllum*, avec doute il est vrai, comme genre distinct, en plaçant les *Mastixia* dans leur voisinage immédiat (*Histoire des plantes*, VII, p. 168, 1880). MM. Bentham et Hooker pensent, au contraire, que les *Mastixia* sont très éloignés des *Arthrophyllum*, et, tandis qu'ils rangent les *Arthrophyllum* dans les Araliées, ils classent les *Mastixia* parmi les Cornées, à la suite desquelles Endlicher les plaçait déjà (*Genera*, I, p. 950, 1867).

Les *Mastixia* appartiennent-ils aux Araliées ou aux Cornées? La structure de la tige et de la feuille de ces plantes permet de répondre à cette question.

La tige du *Mastixia pentandra*, par exemple, n'a dans son écorce, ni zone de collenchyme, ni canaux sécréteurs; le collenchyme y est remplacé par des cellules scléreuses, groupées dans la zone externe, isolées dans la zone interne. Elle n'a pas non plus de canaux sécréteurs dans son péricycle, formé de petits groupes de fibres rapprochés en une couche presque continue, ni dans sa moelle, ni dans le liber de ses faisceaux libéroligneux. Le pétiole est également dépourvu de canaux oléifères dans le parenchyme extérieur et intérieur à la courbe fermée constituée par ses faisceaux libéroligneux, ainsi que dans le liber de ces faisceaux.

La tige des *Arthrophyllum*, au contraire, possède une zone de collenchyme sous l'épiderme, et des canaux oléifères disposés tout aussi bien dans cette zone de collenchyme que dans le reste de l'écorce. Le péricycle y forme des arcs scléreux en dehors des faisceaux libéroligneux et ceux-ci renferment des canaux sécréteurs dans leur liber. Enfin la moelle est abon-

damment pourvue de canaux oléifères, situés à diverses profondeurs, les plus externes disposés à droite et à gauche de la pointe ligneuse des faisceaux. Bien plus, dans l'*A. ellipticum* on observe, au pourtour de la moelle, un cercle de faisceaux libéroligneux surnuméraires tournant leur bois en dehors, leur liber en dedans, tout semblables aux faisceaux inverses de certains *Aralia* (*A. japonica*, *A. racemosa*). L'*A. diversifolium* a également un cercle de faisceaux médullaires inverses, mais ils sont plus petits que dans l'espèce précédente. Le pétiole de ces plantes a les mêmes caractères anatomiques que la tige : il offre aussi des faisceaux inverses.

Les *Arthrophyllum* ont donc tous les caractères de structure des Araliées, et même partagent l'anomalie de certains *Aralia;* leur place est bien parmi les Araliées. Les *Mastixia*, au contraire, n'ont aucun des caractères anatomiques des Araliées, et doivent être exclus de cette famille.

Si les *Mastixia* ne sont pas des Araliées, appartiennent-ils aux Cornées ? Pas davantage, comme on va voir.

Chaque faisceau libéroligneux de la tige du *Mastixia pentandra* renferme dans la pointe extrême de son bois, contre la moelle, un large canal sécréteur, souvent rempli de camphre cristallisé dans les échantillons secs. Pour entrer dans une feuille, ces faisceaux quittent le cylindre central, au nombre de sept, notablement au-dessous du nœud, en entraînant chacun son canal ligneux; les latéraux partent d'abord, le médian en dernier lieu. Jusqu'au nœud, ils séjournent dans l'écorce, en reployant leur bois autour du canal en forme d'anneau, de manière à devenir concentriques, à l'exception du médian. Dans le pétiole, les faisceaux latéraux concentriques se dédoublent verticalement, les canaux demeurant attachés aux branches inférieures, de sorte que les faisceaux qui forment la partie inférieure de la courbe fermée, au nombre de sept ou neuf, ont seuls chacun un large canal sécréteur à leur pointe ligneuse; les autres en sont dépourvus. Ces canaux parcourent tout le limbe de la feuille en suivant le cours des nervures.

Le *M. trichotoma* se comporte en tout point comme le

M. pentandra. Le *M. Gardneriana* offre aussi les mêmes caractères, mais sa tige possède en outre quelques canaux sécréteurs dans la moelle même.

Les Cornées sont, comme on sait, entièrement dépourvues de canaux sécréteurs. Les *Mastixia* ne sont donc pas des Cornées. A quelle famille faut-il les rattacher? C'est seulement après avoir été amenés, par la suite de ce travail, à faire l'étude anatomique des Diptérocarpées, que nous serons en mesure de résoudre cette question.

Sur le genre CURTISIA. — Le genre *Curtisia*, ordinairement classé dans la famille des Cornées, notamment par MM. Bentham et Hooker (*Genera*, I, p. 949, 1867), a été rapporté récemment aux Araliées par M. Baillon (*Histoire des plantes*, VII, p. 167, 1880).

L'étude anatomique de la tige et de la feuille du *Curtisia faginea* montre que cette plante n'est en aucun point une Araliée. Elle est notamment entièrement dépourvue de canaux sécréteurs. Par là et par tous ses autres caractères de structure, elle se rattache bien aux Cornées.

Sur le genre HELWINGIA. — Considéré par M. A. de Candolle comme le type d'une famille spéciale, plus rapprochée des Cornées que des Araliées (*Prodromus*, XVI, sect. post., p. 680, 1868), le genre *Helwingia* a été incorporé tour à tour aux Araliées par MM. Bentham et Hooker, qui l'y placent entre les genres *Didymopanax* et *Meryta* (*Genera*, I, p. 939, 1867), et aux Cornées par M. Baillon (*Histoire des plantes*, VII, p. 69, 1880).

L'étude anatomique de la tige et de la feuille de l'*Helwingia japonica* et de l'*H. rusciflora* montre que ces plantes ne sont point des Araliées. Entre autres caractères, elles n'ont de canaux sécréteurs dans aucune de leurs régions. Par l'ensemble de la structure, elles se rapprochent, au contraire, des Cornées.

En résumé, l'anatomie conduit à retirer de la famille des Araliées les trois genres *Mastixia*, *Curtisia* et *Helwingia*.

PITTOSPORÉES (1).

J'ai fait connaître, en 1872, l'existence et la disposition des canaux sécréteurs dans la structure primaire de la racine, de la tige et de la feuille des *Pittosporum* (2). De nouvelles observations me permettent aujourd'hui de compléter cette étude et d'en rectifier plusieurs points.

Racine. — Dans la racine des *Pittosporum* (*P. Tobira*, *P. undulatum*), les faisceaux libériens et ligneux alternent, ordinairement au nombre de cinq, six ou sept, à la périphérie d'une assez large moelle. Les canaux sécréteurs y sont, comme on sait, dépourvus de cellules spéciales, entaillés directement dans l'épaisseur d'un péricycle formé d'une seule assise de cellules cloisonnées localement à cet effet, et disposés ordinairement trois par trois en face de chaque faisceau ligneux, le médian quadrangulaire, les deux latéraux triangulaires. De là l'impossibilité pour les radicelles de naître et de s'insérer à leur place habituelle, c'est-à-dire en face des faisceaux ligneux. De là aussi une ressemblance profonde avec les Ombellifères et les Araliées.

La même disposition se retrouve dans les *Citriobatus* (*C. multiflorus*) et *Sollya* (*S. fruticosa*, *S. heterophylla*); elle doit donc être considérée comme appartenant à toutes les Pittosporées. Elle est très précoce. Alors qu'aucun vaisseau, qu'aucun tube criblé n'est encore différencié dans le cylindre central, on voit déjà les canaux sécréteurs développés dans le péricycle et pleins d'huile. Elle est pourtant sujette à quelques irrégularités. Ainsi, le canal médian peut être unique, ce qui est fréquent notamment dans le *Citriobatus*, ou accompagné d'un seul côté par un canal triangulaire; il peut être pentagonal ou hexagonal, et les latéraux, tout au moins l'un d'entre eux,

(1) Les principaux résultats de cet article ont été communiqués à la Société botanique, séances des 25 janvier et 28 novembre 1884.

(2) Ph. Van Tieghem, *Mémoire sur les canaux sécréteurs* (*Ann. des sc. nat.*, 5ᵉ série, t. XVI, p. 163, 1872).

quadrangulaires; ou bien il y a contre le vaisseau le plus externe une cellule impaire, bordée de chaque côté par un canal triangulaire (*loc. cit.*, p. 153). Ces diverses irrégularités se rencontrent aussi, comme on sait, chez les Ombellifères et surtout chez les Araliées.

Dans mon premier mémoire, j'ai admis que la racine des *Pittosporum* ne possède pas, au milieu du bord externe de chaque faisceau libérien, le canal oléifère qu'on observe à cet endroit chez les Ombellifères et les Araliées; j'ai admis aussi que les radicelles de ces plantes prennent naissance dans le péricycle vis-à-vis du milieu de chaque faisceau libérien, en insérant leurs vaisseaux à droite et à gauche sur les deux faisceaux ligneux voisins, de manière à être disposées sur la racine mère en autant de rangées simples que cette racine compte de faisceaux libériens. Ces deux points sont à rectifier, comme il va être dit.

Dans la jeune racine du *Pittosporum Tobira*, du *P. undulatum*, du *Citriobatus multiflorus*, du *Sollya heterophylla*, j'ai réussi à m'assurer de l'existence d'un canal sécréteur au milieu du bord externe de chaque faisceau libérien. Ce canal est difficile à distinguer : il est en effet très étroit; l'huile s'y forme plus tard que dans les canaux supra-ligneux et elle y est incolore, au lieu d'être jaune verdâtre comme dans ceux-ci. Quelquefois les deux celulles du péricycle qui correspondent au milieu du faisceau libérien se divisent par une cloison tangentielle médiane et c'est entre ces quatre cellules que se creuse le méat oléifère. Mais le plus souvent il est situé entre ces deux cellules médianes et trois autres cellules beaucoup plus petites, enfoncées dans le bord du faisceau libérien et qui ont l'air de lui appartenir; il est alors pentagonal; quelquefois les deux grandes cellules externes se dédoublent par une cloison tangentielle et le canal est bordé de cinq petites cellules spéciales. Ailleurs encore, le canal est situé entre une seule grande cellule externe, simple ou dédoublée tangentiellement, et trois petites cellules internes faisant une encoche au milieu du faisceau libérien; il est alors quadrangulaire. Dans

tous les cas, le canal paraît devoir être rattaché au péricycle, non au liber.

La radicelle se forme dans le péricycle aux dépens des cellules situées entre les canaux supra-ligneux et le canal supra-libérien. Elle insère ses vaisseaux obliquement sur le faisceau ligneux le plus voisin, et uniquement sur celui-là. Quand il n'y a qu'un canal supra-ligneux, la radicelle n'est que faiblement déviée de sa position normale; quand il y en a trois, la déviation est plus forte et la radicelle paraît alors s'attacher en face du faisceau libérien : ce qui explique l'erreur commise à ce sujet dans ma première publication. Si *n* est le nombre des faisceaux ligneux de la racine mère, les radicelles sont donc disposées sur 2*n* rangées, comme dans les Ombellifères et dans les Araliées, et pour la même cause. Cette disposition par séries doubles est souvent rendue évidente à l'extérieur, parce que les radicelles qui correspondent au même faisceau ligneux naissent régulièrement deux par deux à la même hauteur; ces radicelles jumelles sont ordinairement inégales, l'une d'elles demeurant plus ou moins rudimentaire.

En résumé, la structure de la racine et la disposition des radicelles que cette structure entraîne se retrouvent chez les Pittosporées, identiques de tout point à ce qu'elles sont chez les Ombellifères et chez les Araliées. On reviendra plus loin sur ce sujet. Notons encore que, tandis que la racine des *Pittosporum* et *Sollya* prend de bonne heure des formations libéro-ligneuses secondaires et de bonne heure aussi exfolie son écorce en développant dans son péricycle une couche de liège en dehors, une couche de parenchyme secondaire en dedans, la racine du *Citriobatus multiflorus* conserve longtemps son organisation primaire. Sur une racine assez âgée, on n'observe encore qu'un cloisonnement centripète du péricycle se préparant à produire une couche de liège à parois épaissies, et une forte sclérose du tissu conjonctif central. Cette plante peut donc être citée comme exemple d'une apparition très tardive du liber et du bois secondaires.

Tige et feuille. — Que deviennent les canaux sécréteurs du

péricycle quand on passe de la racine à la tige et de la tige à la feuille?

La tige des *Pittosporum* (*P. Tobira*) n'a de canaux sécréteurs ni dans l'écorce, ni dans la moelle. Sous l'endoderme, le péricycle est constitué par une couche continue de cellules à parois peu épaisses, blanches, molles, et comme collenchymateuses. En dehors du liber de chaque faisceau libéroligneux, cette couche renferme, suivant la largeur et l'état de division du faisceau, un, deux ou trois canaux assez larges, bordés de petites cellules sécrétrices. Les cellules de bordure tantôt touchent directement l'endoderme, tantôt en sont séparées par une ou deux assises de cellules à paroi blanche et molle. En quittant la tige pour passer dans la feuille, chaque faisceau libéroligneux entraîne avec lui un canal sécréteur dans l'arc de péricycle extérieur à son liber.

La feuille n'a pas non plus de canaux sécréteurs dans son parenchyme. Chacun des cinq faisceaux libéroligneux du pétiole est enveloppé d'un endoderme propre; sous cet endoderme, il possède, dans son arc de péricycle formé de cellules blanches et molles, un canal sécréteur en dehors du liber. Ce canal dorsal accompagne les nervures dans leur ramification jusqu'à la périphérie du limbe.

La tige et la feuille des *Hymenosporum* (*H. flavum*), *Ixiosporum* (*I. spinescens*), *Citriobatus* (*C. multiflorus*), *Bursaria* (*B. spinosa*), *Marianthus* (*M. pictus*), *Cheiranthera* (*Ch. parviflora*), *Pronaya* (*P. elegans*), *Sollya* (*S. heterophylla*, *S. fruticosa*), *Billardiera* (*B. scandens*, *B. variifolia*) possèdent également des canaux sécréteurs et ces canaux y sont, comme dans les *Pittosporum*, localisés exclusivement dans le péricycle, si l'on fait abstraction de ceux qui peuvent se développer tardivement dans le liber secondaire. L'huile essentielle qu'ils contiennent se colore d'ordinaire fortement en rouge par la fuchsine, propriété qui peut servir à les mettre en évidence (1).

(1) Au sujet du *Bursaria spinosa*, il y a une rectification à faire à mon mémoire de 1872. J'ai dit alors (*loc. cit.*, p. 168) n'y avoir observé de canaux sécréteurs ni dans la tige, ni dans la feuille; l'échantillon mis à ma disposition

Les canaux oléifères ont donc chez les Pittosporées une existence et une disposition aussi constantes que chez les Ombellifères et les Araliées. Seul, le *Chalepoa magellanica* s'en est montré dépourvu dans tous ses organes; mais cette plante, rattachée par M. Hooker aux Pittosporées, doit certainement être exclue de cette famille.

En dehors des canaux sécréteurs, le péricycle de la tige, tantôt conserve ses parois minces et molles (*Pittosporum*, *Ixiosporum*, *Bursaria*, *Citriobatus*, *Marianthus*), tantôt se sclérifie et se lignifie localement, en formant soit seulement quelques fibres isolées (*Hymenosporum*), soit des arcs fibreux plus ou moins épais (*Pronaya*, *Billardiera*, *Sollya*, *Cheiranthera*). Pour compenser sans doute la mollesse ordinaire du péricycle et l'absence de fibres libériennes, la moelle périphérique se sclérifie et se lignifie fortement, formant en dedans de chaque pointe du bois primaire un arc fibreux souvent très épais (*Bursaria*, etc.).

L'assise génératrice du liège et de l'écorce secondaire prend naissance soit dans l'assise sous-épidermique (*Pittosporum*, *Ixiosporum*, *Citriobatus*), soit dans la troisième assise de l'écorce (*Hymenosporum*), soit plus profondément encore et jusque dans l'assise sus-endodermique (*Sollya*). Le liège est formé de larges cellules cubiques à parois minces; l'écorce secondaire conserve quelquefois ses parois molles et comme collenchymateuses (*Pittosporum*, *Hymenosporum*); mais le plus souvent elle les épaissit beaucoup et les lignifie fortement, de manière à constituer autour de la tige une enveloppe scléreuse qui vient ajouter sa résistance à celle de la moelle périphérique pour compenser la mollesse du péricycle et du liber (*Pronaya*, *Ixiosporum*, *Citriobatus*, etc.).

Dans le liber secondaire de la tige, il se forme assez tard, après quatre ou cinq ans dans le *Pittosporum Tobira*, des ca-

avait été sans doute mal nommé. J'ai pu m'assurer depuis que les canaux oléifères sont tout aussi bien développés dans cette plante que dans les autres Pittosporées. Ils y sont même particulièrement larges; le canal du faiscea médian de la feuille, par exemple, y compte de 13 à 15 cellules de bordure.

naux oléifères disposés en cercle (*loc. cit.*, p. 166) : je ne fais ici qu'en rappeler l'existence.

Les canaux oléifères de la racine se continuent donc chez les Pittosporées, comme chez les Ombellifères et les Araliées, dans toute l'étendue de la tige et des feuilles, sans quitter la région qui leur est propre, c'est-à-dire l'épaisseur du péricycle. De plus, ce système sécréteur péricyclique existe seul dans l'organisation primaire de ces plantes. On sait d'ailleurs qu'il en est de même dans quelques Ombellifères, comme les *Hydrocotyle*, par exemple.

Regardant en 1872, ainsi que les auteurs le font encore aujourd'hui, le tissu interposé entre l'endoderme et les faisceaux libéroligneux comme appartenant au liber de ces derniers, j'ai décrit alors les canaux de la tige et de la feuille des Pittosporées comme compris dans le liber même des faisceaux, comme libériens. Il en résultait qu'en passant de la racine à la tige, le système des canaux sécréteurs quittait la région où il avait séjourné jusqu'alors pour pénétrer dans une région toute différente. Le présent article établit, au contraire, l'unité de lieu du système sécréteur dans toute l'étendue du corps de ces plantes.

Affinités des Pittosporées. — Dans mon premier mémoire, j'ai montré que la structure de la racine révèle entre les Pittosporées d'une part, les Ombellifères et les Araliées de l'autre, une ressemblance aussi profonde qu'inattendue ; mais je trouvais entre ces deux groupes une différence résultant de l'insertion des radicelles en face des faisceaux libériens. Les observations qui précèdent effacent cette différence et rendent la similitude complète. Dans la tige et la feuille, la ressemblance de structure est tout aussi grande, si l'on prend pour termes de comparaison ces Ombellifères où le parenchyme, cortical ou médullaire, est dépourvu de canaux sécréteurs, les *Hydrocotyle*, par exemple.

D'autre part, si l'on considère que la disposition des canaux sécréteurs dans la racine et le dérangement qu'elle entraîne dans l'insertion des radicelles constituent un caractère qui ne

se retrouve nulle part ailleurs dans le règne végétal, on conviendra que ce fait de partager un caractère unique crée entre ces trois familles un lien de premier ordre, et qu'à moins de preuve contraire fournie par l'organisation de la fleur et du fruit, la Classification devra les rapprocher en un même groupe.

Pour ce qui est des Ombellifères et des Araliées, la chose n'offre aucune difficulté; tout le monde s'accorde, en effet, à reconnaître que l'organisation de la fleur et du fruit fait de ces deux groupes deux familles très voisines ou même deux tribus d'une seule et même famille. Il n'en est pas de même des Pittosporées. En se fondant sur l'organisation de la fleur et du fruit, les botanistes descripteurs sont loin de s'entendre sur la place qui leur revient, mais aucun d'eux n'a eu l'idée de les placer tout à côté des Ombellifères et des Araliées. Pourquoi? En somme, les différences se réduisent à trois: l'ovaire est supère, au lieu d'être infère; chaque carpelle renferme deux rangs d'ovules, au lieu d'un seul ovule; le fruit est une capsule ou une baie, au lieu d'être un diakène ou une drupe. Les deux dernières différences sont de celles qu'on observe très fréquemment entre familles voisines. La première est ordinairement plus importante et c'est elle qui a fait placer jusqu'ici les Pittosporées dans l'ordre des Dialypétales supérovariées, tandis que les Ombellifères et les Araliées font partie de l'ordre des Dialypétales inférovariées. Mais on sait que ce caractère n'exprime pas toujours les véritables affinités et l'on renonce à l'appliquer toutes les fois qu'il est en opposition évidente avec d'autres. Ainsi les Lythracées, qui ont l'ovaire supère, sont classées dans l'ordre des Dialypétales inférovariées, tout à côté des Œnothéracées, qui ont l'ovaire infère; ainsi encore les Cunoniées, les Brexiées, etc., qui ont l'ovaire supère, sont classées dans le même ordre et rattachées à la famille des Saxifragacées, à côté des Philadelphées, Ribésiées, Escalloniées, etc., qui ont l'ovaire infère.

A mon sens, il y a lieu d'appliquer la même mesure aux Pittosporées. Il faut, malgré leur ovaire supère, les classer dé-

sormais dans le sous-ordre des Dialypétales inférovariées isostémones, tout à côté des Ombellifères et des Araliées. A vrai dire, ces trois familles constituent un groupe homogène, caractérisé par sa structure, comme il a été dit, et auquel on peut étendre le nom d'Ombellinées, appliqué quelquefois pour désigner l'ensemble des Ombellifères et des Araliées.

On verra plus loin qu'il y a lieu d'adjoindre le genre *Ancistrocladus* à la famille des Pittosporées; ces plantes ayant l'ovaire infère, il en résulte un trait d'union entre les Pittosporées et les Araliées.

CLUSIACÉES (1).

M. Konrad Müller a publié récemment, dans les *Botanische Jahrbücher* de M. Engler, un mémoire sur l'anatomie comparée des Clusiacées, Hypéricacées, Diptérocarpées et Ternstrœmiacées, où il a étudié la disposition des canaux sécréteurs de ces végétaux au point de vue de la détermination de leurs affinités (2). N'opérant que sur les plantes sèches des herbiers, dans la plante sèche ne considérant que la tige, et dans la tige qu'un fragment quelconque d'entre-nœud, ce botaniste n'a pu donner à la question qu'une solution fort incomplète. C'est sans doute aussi à l'imperfection de sa méthode de recherches qu'il faut attribuer le désaccord entre plusieurs de ses résultats et ceux auxquels je suis arrivé, de mon côté, au sujet de ces mêmes plantes, en poursuivant mes études sur les canaux sécréteurs. J'ai cru devoir en effet, autant que possible, étudier la plante vivante dans ses trois membres : racine, tige et feuille, aux divers états de leur développement. C'est seulement après que la disposition de l'appareil sécréteur a été fixée, avec toute l'exactitude qu'elle comporte, dans quelques types vivants de chaque famille, que j'ai utilisé les

(1) Résultats communiqués à la Société botanique, séance du 28 mars 1884.

(2) K. Müller, *Vergleichende Untersuchung der anatomischen Verhältnisse der Clusiaceen, Hypericaceen, Dipterocarpaceen und Ternstrœmiaceen* (*Botanische Jahrbücher für Systematik*, t. II, p. 430, Leipzig, 1882).

ressources de l'Herbier du Muséum pour rechercher jusqu'à quel point cette disposition se retrouve dans les autres genres; encore ai-je toujours, dans ce cas, étudié simultanément la tige et la feuille. A mon avis, sous peine de discréditer la méthode anatomique, on ne saurait apporter trop de soin et de précision dans la recherche des caractères internes qui peuvent servir de base à la détermination des affinités.

Dans mon mémoire de 1872, un chapitre est consacré à la famille des Clusiacées (1). Sur plusieurs points essentiels, notamment pour tout ce qui concerne la racine, ainsi que pour la présence fréquente de canaux sécréteurs dans le liber primaire ou secondaire des faisceaux libéroligneux de la tige et de la feuille, j'y ai complété le travail publié par M. Trécul en 1865. M. Müller signale et utilise les recherches de M. Trécul; il ne cite même pas les miennes. Je m'y étais pourtant placé précisément sur le terrain de l'application des caractères anatomiques à la détermination des affinités, et notamment je m'étais servi de la disposition différente des canaux sécréteurs pour décider une question pendante entre MM. Planchon et Triana d'une part, M. Grisebach de l'autre, au sujet de la distinction des genres *Mammea* et *Rheedia* (*loc. cit.*, p. 180). Il est vrai que M. Müller veut ne considérer que la tige sèche; ce qui est relatif à la plante vivante, notamment à la racine et à la feuille, semble ne pas l'intéresser. Il n'en faut pas moins convenir que ne pas citer un travail publié dans un des recueils scientifiques les plus répandus, et qui se trouve être beaucoup plus complet que celui qu'on entreprend soi-même dix ans plus tard sur le même sujet, est un procédé heureusement peu commun dans la Science. Laissant aux botanistes le soin de l'apprécier, je me borne ici à rappeler brièvement le résultat de mes observations anciennes, en y ajoutant celles que j'ai pu faire depuis (2).

(1) *Loc. cit.*, p. 174.

(2) Je laisse de côté les *Quiina*, ordinairement rattachés aux Clusiacées comme tribu distincte, mais qui doivent certainement être exclus de cette famille. Ces plantes sont, comme on sait, dépourvues de canaux oléifères; elles

Racine. — Dans la racine, on sait que les canaux sécréteurs affectent trois dispositions différentes. Chez les *Clusia*, l'écorce est abondamment pourvue de canaux sécréteurs, le cylindre central n'en contient pas. Dans les *Garcinia*, *Xanthochymus* et *Rheedia*, l'écorce est au contraire dépourvue de canaux; ils y sont remplacés par deux assises oléifères : l'une, extérieure, continue, qui n'est autre que l'assise subéreuse, située au-dessous de l'assise pilifère; l'autre, intérieure, discontinue, qui n'est autre que l'endoderme dans les arcs fortement subérifiés qui sont superposés aux faisceaux libériens. Par contre, le cylindre central renferme un canal sécréteur dans chacun de ses faisceaux libériens primaires, et plus tard il s'en fait de nouveaux dans le liber secondaire. Enfin les *Calophyllum* et *Mammea* ont à la fois des canaux corticaux, comme les *Clusia*, et des canaux libériens, comme les Garciniées.

Cette différence dans la disposition des canaux sécréteurs de la racine permet de décider à quelle tribu il convient de rattacher certains genres dont les affinités sont demeurées jusqu'ici incertaines. Tel est, par exemple, le genre *Ochrocarpus*, placé avec doute par MM. Bentham et Hooker dans la tribu des Garciniées. La racine de l'*Ochrocarpus siamensis* se montre, comme celle d'un *Calophyllum* ou d'un *Mammea*, pourvue de canaux sécréteurs à la fois dans l'écorce et dans le liber primaire ou secondaire; il en faut conclure que ce genre appartient à la tribu des Calophyllées, non à celle des Garciniées.

Tige et feuille. — Dans la tige et dans la feuille, la disposition des canaux sécréteurs varie moins que dans la racine. Partout, la tige en renferme à la fois dans l'écorce et dans la

s'éloigent d'ailleurs des Clusiacées par plusieurs autres caractères anatomiques, notamment par la disposition toute différente des faisceaux libéroligneux dans le pétiole. Certaines espèces (*Quiina obovata*, *Q. Decaisneana*) ont dans la moelle de la tige et dans le parenchyme interne du pétiole de larges lacunes à gomme, étudiées par M. Trécul, et comparables à celles des Sterculiées, mais d'autres espèces sont entièrement dépourvues de ces canaux gommeux (*Quiina tinifolia*, *Q. macrostachya*, *Q. guyanensis*).

moelle (1). Partout aussi le pétiole, dont le système libéroligneux forme un arc continu à bords reployés en dedans, en contient non seulement dans le parenchyme extérieur à l'arc, où ils continuent les canaux corticaux de la tige, mais encore dans le parenchyme intérieur à l'arc, où ils prolongent les canaux médullaires de la tige; dans ce parenchyme interne, ils se réduisent quelquefois à trois (*Mesua*), à deux (*Ochrocarpus*), ou à un seul médian, placé dans la gouttière de l'arc (*Garcinia*, *Symphonia*, etc.).

Pourtant, quelques variations se manifestent à l'intérieur des faisceaux libéroligneux : le bois, primaire ou secondaire, y est toujours dépourvu de canaux sécréteurs; mais dans le liber on observe, suivant les genres, trois manières d'être différentes. Tantôt le liber, primaire ou secondaire, est entièrement dénué de canaux (*Clusia* (2), *Arrudea*, *Tovomita*, *Havetiopsis*, *Pilosperma*, *Pentadesma*, *Œdematopus*, etc.). Tantôt le liber primaire est encore dépourvu de canaux, mais il s'en forme plus tard dans le liber secondaire de la tige; les faisceaux de la feuille demeurent alors privés de canaux (*Mesua*, *Havetia*, *Garcinia*, *Xanthochymus*, *Rheedia*, *Calophyllum*, *Symphonia*). Tantôt enfin les canaux apparaissent dès le liber primaire, pour se multiplier ensuite dans le liber secondaire; les faisceaux de la feuille en renferment alors, tout aussi bien que ceux de la tige (*Mammea*, *Ochrocarpus*).

(1) D'après M. Müller, le *Symphonia globulifera* n'aurait pas de canaux sécréteurs dans l'écorce, mais seulement dans la moelle (*loc. cit.*, p. 437). Or, si l'on se reporte à la page 434 de son mémoire, on voit que l'échantillon étudié par l'auteur avait perdu son écorce. Je me suis assuré, sur un échantillon en bon état, que dans cette plante l'écorce renferme des canaux tout aussi bien que la moelle. D'autre part, il y a, sous ce rapport, une petite rectification à faire à mon mémoire de 1872, où le *Xanthochymus pictorius* a été signalé comme manquant de canaux médullaires (*loc. cit.*, p. 178); je me suis assuré depuis, en effet, que la tige de cette plante possède dans sa moelle, non loin de la périphérie, un cercle de canaux sécréteurs pareils à ceux de l'écorce. Je dois ajouter pourtant que je n'ai pas rencontré de canaux médullaires dans le fragment de tige sèche de *Pilosperma caudatum*, que j'ai eu à ma disposition.

(2) Y compris le *Clusia alba*, cité par M. Müller comme ayant des canaux libériens.

Embryon. — L'embryon subit, comme on sait, des modifications fort étendues chez les Clusiacées. Celui des *Clusia* possède une tigelle tuberculeuse, surmontée de deux très petits cotylédons, différenciée en une écorce très épaisse, riche en matières grasses, sans amidon, et en un cylindre central très étroit. Ce dernier est dépourvu de canaux sécréteurs, mais l'écorce en possède un grand nombre; dans le *Clusia rosea*, ils sont disposés en un seul cercle près de la périphérie et se prolongent dans les deux petits cotylédons (1). Même tigelle tuberculeuse, mais avec des cotylédons tout à fait rudimentaires ou même nuls, dans les *Montrouziera* et *Discostigma;* elle y est encore différenciée en une écorce épaisse munie de canaux sécréteurs et un étroit cylindre central dépourvu de canaux; le parenchyme cortical et médullaire est bourré de grains d'amidon dans le *Discostigma;* il est surtout gras dans le *Montrouziera*, mais contient aussi de l'amidon en petits grains. Dans les *Xanthochymus*, l'embryon est également dépourvu de cotylédons; mais sa tigelle tuberculeuse, qui mesure 35 millimètres de longueur sur 20 millimètres de largeur dans le *X. pictorius*, est différenciée en une écorce mince et un très large cylindre central; le parenchyme cortical et médullaire est amylacé et contient de nombreux canaux sécréteurs, uniformément disséminés de la périphérie jusqu'au centre.

Dans les *Calophyllum* et *Mammea*, au contraire, la tigelle est très courte et porte deux énormes cotylédons; le parenchyme cotylédonaire, oléagineux dans les *Calophyllum*, amylacé dans les *Mammea*, se trouve, dans les deux cas, traversé par un grand nombre de larges canaux sécréteurs pleins d'un produit jaune clair, fluide et limpide dans les *Calophyllum*,

(1) Outre l'embryon normal, la graine du *Clusia rosea* renferme un, deux, quelquefois trois petits embryons rudimentaires : c'est un exemple de polyembryonie analogue à celui des *Citrus*. A en juger par la germination d'une graine à deux embryons du *Xanthochymus dulcis*, décrite et figurée par MM. Planchon et Triana (*Ann. des sc. nat.*, 4ᵉ série, t. XIV, pl. 17, fig. 15, et t. XVI, p. 301), cette polyembryonie se rencontre aussi dans d'autres genres de la famille.

ayant la consistance et l'opacité du beurre dans les *Mammea*. Dans ce dernier genre, les canaux cotylédonaires se réduisent çà et là à des poches plus ou moins allongées, poches qui se retrouvent aussi, comme on sait, dans le limbe foliaire de ces plantes.

Quelle que soit sa conformation, l'embryon est donc richement pourvu de canaux sécréteurs, et les Clusiacées sont un exemple remarquable d'une sécrétion très abondante opérée pendant la vie embryonnaire.

L'embryon du *Pentadesma butyracea* fait à cette règle une singulière exception. Par sa conformation externe, il ressemble à celui des *Clusia;* par sa différenciation interne, à celui des *Xanthochymus*. Son énorme tigelle aplatie, creusée sur chaque face d'un sillon médian et échancrée à la base, porte au sommet deux petits cotylédons minces, rabattus en dehors en forme de manchette, et qui cachent entre eux une gemmule bien développée. Cette tigelle tuberculeuse mesure 45 millimètres de longueur, 30 millimètres de largeur et 10 millimètres d'épaisseur. Elle est différenciée en une écorce très mince et un très large cylindre central. Les faisceaux libéroligneux de ce dernier, voisins de la périphérie, ont leurs vaisseaux annelés et spiralés complètement épaissis, et projettent des branches horizontales non seulement l'un vers l'autre dans le plan tangent, mais encore vers la profondeur de la moelle dans le plan radial. Le parenchyme cortical et médullaire est entièrement dépourvu de canaux sécréteurs. Cependant, bien qu'elle manque d'organes spéciaux, la fonction sécrétrice ne s'en accomplit pas moins; seulement elle est réduite à s'opérer individuellement dans chaque cellule du parenchyme : au lieu d'être localisée, elle est diffuse. Outre son contenu gras, dont une partie cristallise en un paquet de longues et fines aiguilles, comme dans le *Montrouziera* et plusieurs autres Clusiacées, chaque cellule du parenchyme produit, en effet, une oléorésine jaune brun; ce produit de sécrétion est intimement appliqué contre la membrane, qu'il revêt d'une couche plus ou moins épaisse; çà et là il forme, en

outre, un globule dans la cavité. Il en résulte que, sur les sections, le tissu offre l'aspect d'un fin réseau jaune brun, dont les mailles sont occupées par la matière grasse. On comprend, sans qu'il y ait besoin d'insister, tout l'intérêt qui s'attache par là à l'embryon du *Pentadesma*.

On voit aussi que, suivant les genres, l'embryon des Clusiacées offre, dans sa conformation, cinq manières d'être que l'on peut résumer ainsi :

Cotylédons tuberculeux			*Calophyllum*, *Mammea*, etc.
Tigelle tuberculeuse	par l'écorce; cotylédons	petits.	*Clusia*, etc.
		nuls..	*Montrouziera*, etc.
	par la moelle; cotylédons	petits.	*Pentadesma*.
		nuls..	*Xanthochymus*.

TERNSTRŒMIACÉES (1).

On sait que les Ternstrœmiacées sont généralement dépourvues de canaux sécréteurs. Pourtant, M. K. Müller a signalé l'existence de ces organes dans trois plantes de cette famille, savoir : un *Bonnetia* (*B. tomentosa*) et deux *Kielmeyera* (*K. excelsa*, *K. rubriflora*). Dans la tige du *Bonnetia tomentosa* et du *Kielmeyera excelsa*, on les rencontre à la fois dans l'écorce, la moelle et le liber ; dans celle du *Kielmeyera rubriflora*, seulement dans l'écorce et la moelle (2). Sans autre preuve, ce botaniste admet l'existence générale des canaux sécréteurs dans la tribu des Bonnétiées, et conclut que, par là, les Bonnétiées s'écartent des autres Ternstrœmiacées et se rattachent intimement aux Clusiacées, notamment aux Symphoniées (3).

De mon côté, j'ai trouvé des canaux sécréteurs dans le *Kielmeyera coriacea*, le *K. corymbosa* et le *K. tomentosa*. La tige en renferme à la fois dans son écorce où ils sont disposés

(1) Résultats communiqués en partie à la Société botanique, séance du 28 mars 1884.

(2) *Loc. cit.*, p. 456.

(3) *Loc. cit.*, p. 461, 462 et 463.

sur un (*K. coriacea*), deux (*K. corymbosa*) ou trois rangs (*K. tomentosa*), et dans sa moelle où ils forment un cercle dans la zone périphérique (*K. corymbosa*), auquel s'en ajoutent quelquefois d'autres dans la région centrale (*K. tomentosa*); le liber n'en a pas. Le pétiole, dont le système libéroligneux forme un arc continu à bords reployés en dedans comme dans les Clusiacées, contient de nombreux canaux disposés en un (*K. coriacea*) ou deux rangs (*K. tomentosa*, *K. corymbosa*) dans le parenchyme externe et un seul canal médian dans le parenchyme interne; les premiers continuent les canaux corticaux de la tige, le dernier prolonge l'un des canaux périphériques de la moelle; le liber n'en a pas.

La tige du *Marila racemosa* offre la même disposition, avec un cercle de canaux dans l'écorce, et un autre cercle vers la périphérie de la moelle; trois des canaux médullaires accompagnent ici le faisceau foliaire. Aussi le pétiole a-t-il trois canaux dans le parenchyme interne à l'arc libéroligneux, tandis que dans le parenchyme externe les canaux sont disposés sur deux arcs concentriques. Outre ces canaux corticaux et médullaires, la tige des *Caraipa* (*C. latifolia*, *C. tereticaulis*, *C. Richardiana*), *Haploclâthra* (*H. leiantha*, *H. paniculata*) et *Mahurea* (*M palustris*), a des canaux libériens disposés en dedans de son péricycle fibreux. Outre les canaux situés dans le parenchyme externe et dans le parenchyme interne, le pétiole de ces mêmes plantes en contient aussi d'ordinaire dans le liber de son arc libéroligneux. Pourtant ces canaux libériens peuvent être très développés dans la tige et manquer dans la feuille (*Haploclathra leiantha*).

Au contraire, les *Bonnetia* (*B. anceps*, *B. ovata*, *B. sessilis*, *B. parviflora*, *B. paniculata*) se sont montrés absolument dépourvus de canaux sécréteurs, aussi bien dans la tige que dans la feuille. La contradiction entre ce résultat et l'assertion formulée, on l'a vu plus haut, par M. Müller au sujet du *Bonnetia tomentosa* s'explique probablement par une erreur de détermination. Il n'y a pas, en effet, de *Bonnetia tomentosa*; tous les *Bonnetia* connus sont glabres. La plante étudiée sous

ce nom par M. Müller n'est autre, sans doute, que le *Kielmeyera tomentosa*, lequel possède, en effet, des canaux sécréteurs, ainsi qu'il a été dit plus haut. On voit par cet exemple combien, dans l'utilisation des herbiers pour les recherches d'anatomie comparée, il est important de ne faire usage que d'échantillons bien nommés.

Les *Archytæa* (*A. elegans*, *A. triflora*) ont également la tige et la feuille dépourvues de canaux sécréteurs. La structure des *Bonnetia* et des *Archytæa* diffère d'ailleurs à plusieurs autres égards de celle des genres précédents. La tige, notamment, renferme des cellules scléreuses isolées dans son écorce, et des paquets de fibres dans son liber secondaire. La feuille y reçoit de la tige trois faisceaux libéroligneux au lieu d'un seul, et il en résulte une autre disposition du système libéroligneux du pétiole. Par ces caractères et plusieurs autres, ces deux genres se rattachent intimement aux Ternstrœmiacées vraies.

Telle qu'elle se trouve composée aujourd'hui, la tribu des Bonnétiées comprend donc deux sortes de genres, les uns (*Bonnetia*, *Archytæa*) que l'absence des canaux sécréteurs et l'ensemble de la structure maintiennent étroitement unis aux autres Ternstrœmiacées, les autres (*Kielmeyera*, *Caraipa*, *Haploclathra*, *Marila*, *Mahurea*) que la présence et la disposition des canaux sécréteurs, ainsi que tous les autres caractères anatomiques, éloignent des Ternstrœmiacées et rapprochent des Clusiacées. La conséquence est forcée. On ne peut plus se contenter de dire, comme je l'ai fait dans ma note préliminaire (*loc. cit.*, p. 149), que, par les genres de Bonnétiées qui sont pourvus de canaux sécréteurs, la famille des Ternstrœmiacées se relie à celle des Clusiacées. Il faut aller plus loin : retirer franchement des Ternstrœmiacées, pour les porter dans les Clusiacées, les genres *Kielmeyera*, *Caraipa*, *Haploclathra*, *Marila* et *Mahurea* (1), et y laisser la tribu des Bonnétiées, réduite aux deux genres *Bonnetia* et *Archytæa*. Aussi bien, les

(1) Sans doute aussi le *Pœciloneuron*, voisin du *Marila*, genre que je n'ai pas pu étudier.

Haploclathra, *Marila* et *Pœciloneuron* ont-ils les feuilles opposées, comme toutes les Clusiacées, et faisaient-ils déjà exception sous ce rapport dans les Ternstrœmiacées. Il est vrai que les *Kielmeyera*, *Caraipa* et *Mahurea* les ont isolées, et qu'en entrant dans les Clusiacées, ils introduisent dans cette famille une exception du même ordre que celle qui disparaît du même coup chez les Ternstrœmiacées. Il y a donc compensation exacte; mais cette compensation n'eût-elle pas lieu, qui songerait à opposer un caractère aussi variable que la disposition des feuilles à l'ensemble de la structure, notamment à la présence et à la disposition des canaux sécréteurs? Quant à l'organisation de la fleur et du fruit dans ces genres, les auteurs s'accordent à reconnaître qu'en somme elle ressemble tout autant à celle des Clusiacées qu'à celle des Ternstrœmiacées. En se conformant aux affinités de structure qui avaient échappé jusqu'ici, la nouvelle délimitation de ces deux familles, fondée sur l'absence ou la présence des canaux sécréteurs, respecte donc tous les rapports précédemment établis.

Une fois introduits dans les Clusiacées, c'est dans la tribu des Calophyllées que ces genres viendront prendre place, à cause de la conformation de leur embryon, qui a ses cotylédons très développés. Les épais cotylédons du *Caraipa latifolia*, par exemple, sont constitués par un parenchyme gras, dépourvu d'amidon, creusé de nombreux et larges canaux oléifères pleins d'une oléorésine jaune brun. Ils ont donc la même structure que ceux des *Calophyllum* (voy p. 41).

La tribu des Calophyllées comprendra donc désormais les genres *Calophyllum*, *Mammea*, *Mesua*, *Kayea*, *Haploclathra*, *Marila*, *Pœciloneuron*, *Kielmeyera*, *Caraipa*, *Mahurea*. Les trois derniers font exception dans la famille par leurs feuilles isolées; les *Mahurea* ont, en outre, leurs feuilles munies de stipules.

HYPÉRICACÉES (1).

Tout le monde connaît les petites lacunes oléifères qui pointillent le limbe des feuilles des *Hypericum*, et qui ont fait donner à ces plantes le nom de Millepertuis ; mais on est loin d'être d'accord sur le mode de formation de ces organes sécréteurs. D'après M. Martinet (1871), M. J. Chatin (1875), M. de Bary (1877), ils naissent de la destruction locale et centrifuge d'un groupe compact de cellules sécrétrices ; ce sont des nodules sécréteurs désorganisés. Suivant M. Frank (1868), et tout récemment M. Wieler et M. Haberlandt (1884), ils procèdent, au contraire, de la dissociation des cellules sécrétrices, qui continuent indéfiniment à en tapisser la paroi ; ce sont des poches sécrétrices. Mes recherches m'ont convaincu que cette dernière opinion est seule exacte, et que les organes sécréteurs arrondis de la feuille des Millepertuis ont la même origine et la même structure que ceux de la feuille des *Tagetes* et des *Mammea*.

D'autre part, en étudiant à l'état sec la tige de plusieurs Hypéricacées ligneuses (*Vismia*, *Cratoxylon*, *Ancistrolobus*, *Endodesmia*), M. K. Müller y a trouvé des canaux sécréteurs de même nature que ceux des Clusiacées : dans le *Vismia*, ils appartiennent au liber secondaire; dans les *Cratoxylon* et *Ancistrolobus*, au liber et à la moelle ; dans l'*Endodesmia*, à la fois à l'écorce, au liber et à la moelle. Il en conclut à une parenté très étroite des Hypéricacées avec les Clusiacées, notamment avec les Symphoniées et, ne se montre même pas éloigné de réunir en une seule famille les Hypéricacées et les Symphoniées (2).

Ayant étudié à l'état vivant la racine, la tige et la feuille de bon nombre d'*Hypericum* et d'un *Ancistrolobus* (*A. pulchellus*),

(1) Les principaux résultats de cet article ont été communiqués à la Société botanique, séance du 28 mars 1884.

(2) K. Müller, *loc. cit.*, p. 441 et 446.

puis, à l'état sec, la tige et la feuille des autres genres de la famille, je suis arrivé, au sujet des affinités des Hypéricacées, à des conclusions un peu différentes de celles de M. K. Müller.

Millepertuis. — Considérons d'abord les Millepertuis et prenons pour exemple l'*Hypericum calycinum.*

La racine de cette plante a son écorce dépourvue de canaux sécréteurs. Sous l'endoderme, le péricycle ne compte qu'un seul rang de cellules en dehors des faisceaux ligneux et des faisceaux libériens; mais dans les intervalles des faisceaux, il comprend deux assises et dans l'assise interne se trouve entaillé, à droite et à gauche de chaque faisceau libérien, un étroit canal oléifère bordé de quatre cellules sécrétrices. L'huile essentielle se colore en rouge par la fuchsine, ce qui facilite beaucoup la recherche des canaux. Cette disposition des canaux sécréteurs de la racine, en alternance avec les faisceaux libériens et ligneux au sein d'un péricycle localement épaissi, est fort remarquable, et n'a pas été observée jusqu'à présent ailleurs que dans les Hypéricacées. Les faisceaux libériens primaires sont dépourvus de canaux, mais il s'en produit plus tard en grand nombre dans le liber secondaire, après que l'écorce a été exfoliée par la formation d'une couche de liège dans le péricycle.

Le rhizome a dans la zone externe de son écorce quinze à vingt canaux oléifères, disposés sur un seul cercle et rapprochés en quatre arcs qui correspondent aux quatre rangées de feuilles; ces canaux, entaillés chacun dans une seule file longitudinale de cellules corticales et bordés de quatre à six petites cellules sécrétrices, appartiennent ordinairement à la troisième assise de l'écorce, quelquefois à la seconde ou même à l'assise sous-épidermique. L'endoderme est pourvu de plissements très nets et fortement subérifiés. Le cylindre central commence par un péricycle parenchymateux formé de quatre rangs de cellules dont l'externe se cloisonne plus tard tangentiellement pour produire la couche de liège qui exfolie l'écorce; c'est dans le rang interne, contre le liber, quelquefois dans le troisième, rarement dans le second, que se trouvent creusés d'étroits canaux oléifères bordés ordinairement par quatre,

quelquefois par cinq ou six petites cellules. Le liber et le bois primaires, également dépourvus de canaux sécréteurs, entourent la moelle d'un cylindre ou plutôt d'un prisme quadrangulaire continu. Le liber secondaire, totalement dépourvu de fibres, renferme d'étroits canaux oléifères bordés par quatre cellules et disposés en cercles concentriques. Dans la moelle, on aperçoit quatre canaux oléifères en face des angles du prisme libéro-ligneux, c'est-à-dire en correspondance avec les arcs de canaux corticaux et avec les quatre séries de feuilles. Les deux qui répondent aux feuilles prochaines sont toujours bien développés; mais l'un des deux autres manque quelquefois. Ces canaux médullaires sont interrompus aux nœuds; ils ne pénètrent pas dans les feuilles. Au contraire, les arcs de canaux corticaux se prolongent dans les écailles du rhizome, où on peut les suivre jusqu'à une certaine distance de la base.

La tige aérienne, qui naît du rhizome à l'aisselle d'une écaille, offre la même structure, à de légères différences près. Elle est quadrangulaire et son écorce renferme à chaque angle un canal oléifère entaillé dans la troisième ou quatrième assise. Chacun des arcs de canaux corticaux du rhizome se réduit donc à un canal unique dans la tige aérienne. L'endoderme porte sur les parois latérales deux séries de plissements très nets, réunies par une bande d'épaississement sur les faces transverses; il se subérifie fortement, surtout sur les faces latérales. Le péricycle comprend trois ou quatre rangs de cellules à parois minces, aplaties tangentiellement; le rang externe est incolore et produit la couche subéreuse qui exfoliera l'écorce, les autres renferment de la chlorophylle. C'est dans le rang interne que sont creusés des canaux oléifères, bordés ordinairement par quatre cellules sécrétrices aplaties, et ayant la forme de losanges; ces cellules sécrétrices sont donc séparées de l'assise génératrice du liège par une ou deux épaisseurs de cellules vertes. Quelquefois pourtant le péricycle n'a que deux assises, une incolore et une verte; entaillés dans celle-ci, les canaux touchent alors directement les cellules génératrices du liège; cette disposition est habituelle

dans l'*Hypericum perforatum*, où les cellules vertes ordinaires se dédoublent par une cloison tangentielle comme les cellules initiales des canaux qu'elles séparent. Le liber et le bois primaires sont dépourvus de canaux ; le liber secondaire, tout entier mou comme dans le rhizome, en renferme de très étroits, bordés de quatre petites cellules, disposés en cercles concentriques parmi les tubes criblés. La moelle contient quatre canaux oléifères, qui correspondent aux quatre canaux corticaux et aux quatre séries de feuilles; ces canaux médullaires manquent dans l'entre-nœud inférieur de la tige aérienne; comme dans le rhizome, ils sont interrompus aux nœuds et ne se prolongent pas dans les feuilles.

Le canal cortical, au contraire, passe dans le pétiole et s'y prolonge d'abord dans le parenchyme inférieur au faisceau libéroligneux; il cesse dans le limbe vers le milieu de sa longueur.

Par contre, le parenchyme du limbe contient de nombreuses poches sécrétrices, sphériques ou ovoïdes, qui sont, pour ainsi dire, des canaux oléifères interrompus et émiettés. Les poches oléifères des Millepertuis ne sont donc qu'une portion d'un vaste système de canaux sécréteurs répandu dans tout le corps de la plante, et qui était jusqu'ici demeuré inconnu. Cette transformation locale des canaux sécréteurs en poches sécrétrices dans le parenchyme foliaire est un phénomène qui n'est pas sans exemple dans d'autres familles : on l'observe notamment chez les Composées dans les *Tagetes*, chez les Clusiacées dans les *Mammea*. L'unique faisceau libéroligneux qui passe dans la feuille entraîne avec lui l'arc de péricycle qui lui correspond, avec les canaux oléifères qui s'y trouvent; il emporte aussi naturellement ses canaux libériens. Vers la base de la feuille, les premiers sont entaillés dans l'arc de collenchyme que forme le péricycle sous l'endoderme et en dehors du liber; ils suivent tout le cours des nervures, diminuant de nombre à mesure qu'elles se ramifient, se réduisant à l'unité dans les plus petites. Les seconds sont disposés en arc dans le liber secondaire du faisceau et cessent avec lui.

En résumé, l'*Hypericum calycinum* possède quatre systèmes de canaux oléifères : 1° les canaux primaires médullaires, propres à la tige ; 2° les canaux primaires corticaux, appartenant à la tige et se prolongeant dans la feuille, où ils sont bientôt remplacés par des poches sécrétrices ; 3° les canaux primaires du péricycle, qui s'étendent à la fois dans la racine, dans la tige et dans la feuille ; 4° les canaux secondaires du liber, également répandus dans toute l'étendue du corps végétatif, moins cependant dans la feuille que dans les deux autres organes (1).

Dans les autres Millepertuis, la racine conserve une structure assez uniforme et semblable à celle que nous venons d'étudier. La disposition si singulière des canaux sécréteurs dans le péricycle à droite et à gauche de chaque faisceau libérien s'y retrouve avec une grande netteté dans plusieurs espèces, notamment dans l'*H. Elodes*. On l'observe aussi dans le pivot, qui est binaire, formé de deux faisceaux ligneux confluant en une bande diamétrale et de deux faisceaux libériens : à droite et à gauche de chacun de ceux-ci, le péricycle renferme un étroit canal oléifère. L'écorce ne comprend que cinq assises de cellules : l'assise pilifère, l'assise subéreuse et trois assises superposées à cellules aplaties, dont la dernière est l'endoderme (*H. montanum*, *H. elatum*). Les canaux sécréteurs conservent cette même situation dans toute l'étendue de la tigelle.

La tige et la feuille offrent, au contraire, suivant les espèces, quelques modifications dont il faut signaler ici les principales.

Je n'ai trouvé de canaux dans l'écorce de la tige que chez l'*H. Elodes* et l'*H. Androsæmum*. Aussi bien dans la tige aérienne que dans le rhizome de l'*H. Elodes*, la zone externe de l'écorce lacuneuse contient un grand nombre de canaux oléifères très étroits, bordés ordinairement par quatre petites cellules spéciales et disposées en un seul cercle, habituelle-

(1) Dans ma communication préliminaire du 28 mars 1884, j'ai omis de signaler dans cette plante les canaux sécréteurs de la moelle de la tige et les poches sécrétrices du parenchyme de la feuille.

ment dans la troisième assise de l'écorce s'il s'agit du rhizome, dans la première, sous l'épiderme, s'il s'agit de la tige aérienne. Dans l'*H. Androsæmum*, les canaux corticaux se réduisent à deux, situés dans les deux côtes saillantes qui correspondent aux feuilles supérieures. Dans l'*H. balearicum*, chacune des deux côtes saillantes contient, au lieu d'un canal continu, une série de poches sécrétrices fortement proéminentes en dehors. Dans la majorité des espèces, l'écorce est dépourvue de canaux et de poches (*H. perforatum*, *tetrapterum*, *hirsutum*, *parviflorum*, *hircinum*, *Tournefortii*, *prolificum*, etc.). Les canaux médullaires sont encore plus rares que les corticaux; à part l'*H. calycinum*, toutes les autres espèces étudiées s'en sont montrées dépourvues, même celles qui ont des canaux dans l'écorce comme les *H. Elodes*, *H. Androsæmum*, *H. balearicum*, etc.

La feuille a toujours le parenchyme de son limbe parsemé de poches sécrétrices, même dans les espèces où ces poches ne sont pas visibles à l'œil nu et où les botanistes descripteurs déclarent le limbe non pointillé (*H. Androsæmum*, *H. Elodes*, *H. quadrangulum*, etc.).

Autres Hypéricacées. — Si l'on étudie maintenant les autres genres de la famille, on y retrouve partout des canaux oléifères dans le liber des faisceaux libéroligneux de la tige et des feuilles, et des poches oléifères dans le parenchyme du limbe foliaire; mais les autres régions anatomiques, notamment l'écorce, la moelle, le péricycle, offrent dans l'appareil sécréteur des modifications un peu plus étendues que celles qu'on a rencontrées dans les divers Millepertuis. Bornons-nous à signaler les plus importantes.

La tige renferme quelquefois des canaux sécréteurs à la fois dans l'écorce et dans la moelle, comme dans l'*Hypericum calycinum* (*Tridesmis Billardieri*, *Haronga madagascariensis*, *Endodesmia calophylloides*); dans l'*Endodesmia calophylloides*, les canaux médullaires sont au nombre de quatre et correspondent aux quatre rangées de feuilles, comme dans l'*Hypericum calycinum;* dans le *Tridesmis Billardieri*, ils sont au

nombre de six, disposés trois par trois vis-à-vis des deux feuilles prochaines. Ailleurs, l'écorce possède des canaux sécréteurs, et la moelle n'en a pas, comme dans l'*Hypericum Elodes* (*Psorospermum senegalense*); ou inversement l'écorce en est dépourvue, tandis que la moelle en contient (*Ancistrolobus pulchellus*, *A. ligustrinus*, *Eliœa articulata*, *Cratoxylon coccineum*); dans l'*Ancistrolobus pulchellus*, le nombre des canaux médullaires est ordinairement de quatre, correspondant aux quatre rangées de feuilles, mais il peut se réduire à trois ou à deux; ces canaux sont entourés d'une assise de cellules plus petites que celles de la moelle, à paroi plus épaisse et fortement lignifiée, qui forme au canal un étui protecteur. Enfin il arrive quelquefois que l'écorce et la moelle sont en même temps dépourvues de canaux sécréteurs, comme dans la plupart des *Hypericum* (*Ascyrum Crux-Andrœæ*, *Vismia cayennensis*).

Le péricycle est quelquefois tout entier parenchymateux, comme dans les Millepertuis; il donne alors le liège par son assise externe, et renferme dans sa profondeur d'étroits canaux oléifères (*Tridesmis*, *Ascyrum*); mais le plus souvent, la plante devenant ligneuse, le péricycle se sclérifie dans sa zone externe, à partir de l'endoderme, et constitue un anneau fibreux presque continu, en dedans duquel subsistent un ou deux rangs de cellules pourvues de chlorophylle. C'est dans cette zone interne parenchymateuse du péricycle que le liège prend naissance en exfoliant non seulement l'écorce, mais encore l'anneau fibreux. Le péricycle est alors entièrement dépourvu de canaux sécréteurs, comme dans les Clusiacées (*Ancistrolobus*, *Cratoxylon*, *Eliœa*, *Haronga*, *Psorospermum*, *Endodesmia*).

La feuille ne prend à la tige qu'un seul faisceau, creusé en arc dans le pétiole, comme dans les Millepertuis; quand le péricycle de ce faisceau est parenchymateux, il renferme des canaux oléifères (*Cratoxylon*, *Haronga*, etc.); quand il est fibreux, il en est dépourvu et le liber seul en contient (*Ancistrolobus*, *Psorospermum*, etc.).

Quand la tige a des canaux corticaux, ces canaux se prolongent dans la région basilaire de la feuille, comme dans l'*Hypericum calycinum*, et forment dans le parenchyme inférieur du pétiole un arc au-dessous du faisceau libéroligneux (*Haronga*, *Psorospermum*, *Tridesmis*, *Endodesmia*, etc.). Quand la tige a des canaux médullaires, ces canaux se prolongent aussi quelquefois dans la région basilaire de la feuille sous forme d'un canal unique situé dans le parenchyme supérieur du pétiole, au-dessus de la gouttière du faisceau libéroligneux (*Tridesmis*, *Endodesmia*) ; mais le plus souvent les canaux médullaires s'interrompent aux nœuds de la tige sans se prolonger dans les feuilles, comme dans l'*Hypericum calycinum*, de sorte que le parenchyme supérieur du pétiole est dépourvu de canaux (*Ancistrolobus*, *Cratoxylon*, *Eliœa*, *Haronga*, etc.). Quand la tige n'a pas de canaux corticaux, elle peut en prendre un peu au-dessous du nœud, et ces canaux pénètrent aussitôt dans la feuille, où ils forment un arc dans le parenchyme inférieur du pétiole; si en même temps la tige a des canaux médullaires qui s'arrêtent un peu au-dessous du nœud sans entrer dans la feuille, on obtient ce résultat singulier que la tige n'a que des canaux médullaires, tandis que la feuille née de cette tige n'a que des canaux corticaux : tel est le cas pour les *Ancistrolobus*. Dans le limbe, les canaux sont remplacés par un système de poches, comme dans les Millepertuis.

Affinités de structure des Hypéricacées. — En résumé, le caractère commun des Hypéricacées est de posséder un système d'étroits canaux oléifères dans le péricycle toutes les fois que celui-ci demeure parenchymateux, c'est-à-dire partout dans la racine, et dans la tige chez les types herbacés (*Hypericum*, *Ascyrum*, *Tridesmis*) ; il y faut ajouter l'origine toujours péricyclique du liège. Ces deux caractères distinguent nettement les Hypéricacées des Clusiacées et empêchent de réunir ces deux familles en une seule. D'autre part, le développement des canaux sécréteurs dans le liber, constant chez les Hypéricacées et fréquent chez les Clusiacées, leur existence dans

l'écorce et la moelle de la tige, constante chez les Clusiacées et fréquente chez les Hypéricacées, rapprochent beaucoup ces deux familles. Les Hypéricacées qui ressemblent le plus aux Clusiacées sont celles qui, avec une tige ligneuse à péricycle fibreux dépourvu de canaux sécréteurs, ont des canaux oléifères à la fois dans l'écorce et dans la moelle de la tige, dans le parenchyme inférieur et supérieur du pétiole, en particulier l'*Endodesmia calophylloides*.

MYOPORÉES, MYRSINÉES, MYRTACÉES, RUTACÉES ET SAMYDÉES.

Les Myoporées et les Myrsinées parmi les Gamopétales, les Myrtacées, les Samydées et les Rutacées parmi les Dialypétales, ont, comme chacun sait, le parenchyme de la tige et de la feuille creusé de petits réservoirs d'huile essentielle. Ces réservoirs ont même origine et même structure que ceux qu'on a signalés plus haut dans la feuille des *Tagetes* et des *Mammea*, et que l'on vient d'étudier dans la feuille des Hypéricacées : en un mot, ce sont des poches sécrétrices. Toutes ensemble ces poches représentent, ici aussi, un système de canaux sécréteurs, mais un système interrompu et émietté dans sa totalité, tandis qu'il ne l'est qu'en partie dans les exemples précédents. Leur étude rentre donc dans le cadre de ce travail (1).

Myoporées. — Les *Myoporum* doivent leur nom, comme on sait, aux petits réservoirs d'huile essentielle renfermés dans l'écorce de la tige et le parenchyme des feuilles, où ils font plus ou moins saillie à la surface. En suivant pas à pas la

(1) Cette origine et cette structure sont reconnues par tout le monde chez les Myrsinées; les Samydées ne paraissent pas avoir été étudiées encore à ce point de vue; quant aux Myoporées, aux Myrtacées et aux Rutacées, on admet généralement que les réservoirs oléifères y procèdent chacun de la destruction d'un petit massif de cellules sécrétrices, que ce sont des nodules sécréteurs désorganisés. Il y a là une erreur. Sur mes conseils, M[lle] Leblois a entrepris et exécute en ce moment au laboratoire du Muséum un travail sur ce sujet, où seront fournies toutes les preuves nécessaires, avec dessins à l'appui. Je ne m'occuperai donc ici que de la distribution de cet appareil sécréteur dans le corps de ces plantes.

formation de ces organes sécréteurs, je me suis assuré que, contrairement à l'opinion de M. Martinet (1) et de M. de Bary (2), ils se produisent par dissociation et écartement, non par destruction des cellules sécrétrices. A l'état définitif, les cellules qui bordent la lacune sont grandes, à membrane très mince, se déchirant aisément sur les sections; leur contenu clair renferme un noyau appliqué ordinairement contre la face qui confine au méat, et çà et là quelques granules espacés; elles sont séparées du parenchyme vert par un rang de cellules incolores, aplaties tangentiellement.

Dans la tige des *Myoporum* (*M. ellipticum*, *M. parviflorum*), les poches oléifères sont disséminées à la fois dans l'écorce et dans la moelle; péricycle, liber et bois en sont dépourvus. En outre, l'assise sous-épidermique contient une huile verdâtre dans certaines cellules, tantôt isolées, tantôt rapprochées plusieurs côte à côte. Dans les feuilles, les poches sécrétrices sont dispersées dans le parenchyme; les nervures, séparées du parenchyme vert par un endoderme spécial à cellules incolores, ne contiennent aucun canal sécréteur. La racine, dont l'écorce s'exfolie de bonne heure par la formation d'un liège péricyclique, ne produit d'huile essentielle dans aucune de ses régions.

Les genres *Pholidia* (*Ph. scoparia*) et *Eremophila* (*E. alternifolia*) possèdent, comme les *Myoporum*, des poches sécrétrices dans le parenchyme de la tige et des feuilles; dans la feuille des *Eremophila*, elles forment notamment une série au dos de la nervure.

Dans leurs diverses régions, mais surtout dans le parenchyme du liber secondaire de la tige et de la racine, les *Myoporum* renferment une grande quantité d'inuline; le séjour des coupes dans la glycérine détermine la prompte précipitation de ce corps en sphéro-cristaux bien caractérisés. Les Myoporées sont donc à ajouter à la liste des familles gamopétales

(1) Martinet, *Organes de sécrétion des végétaux* (*Ann. des sc. nat.*, 5e série, t. XIV, p. 124, 1871).

(2) De Bary, *Vergleichende Anatomie*, p. 219, 1877.

autres que les Composées (Campanulacées, Lobéliacées, Goodéniées, Stylidiées) où M. Kraus a constaté la présence de l'inuline (1). Dans la tige des *Myoporum*, l'inuline coexiste avec l'amidon : le premier de ces corps est localisé dans le parenchyme libérien, le second dans l'écorce et notamment dans l'endoderme.

Dans la moelle âgée du *Myoporum ellipticum*, on observe des cristaux remarquables. Chaque cellule en renferme ordinairement un seul, rarement deux côte à côte, ou seulement la moitié d'un parce que le cristal est traversé en son milieu par une cloison. Ils sont aplatis en disque; vu de face, leur contour est tantôt triangulaire à côtés convexes, tantôt hexagonal à côtés plans. Au centre, ils contiennent une petite macle radiée, autour de laquelle s'est déposée la couche périphérique homogène. Dans les Nicols croisés, la macle centrale se montre beaucoup plus brillante que le bord, surtout si le cristal est vu de face; vu obliquement ou par la tranche, le disque est tout entier brillant. Ces cristaux se dissolvent dans l'eau chaude et dans les acides sans dégagement de gaz; la macle centrale résiste à ces agents beaucoup plus que la couche périphérique.

Myrsinées. — Les poches résinifères des Myrsinées sont localisées dans la tige et dans la feuille; la racine n'en possède pas.

Dans la tige, où les plus jeunes, nées avant et pendant la croissance intercalaire, sont plus ou moins fortement allongées en fuseau, elles appartiennent tantôt à l'écorce seule (*Myrsine*, *Cybianthus*, *Mæsa*), tantôt à la fois à l'écorce et à la moelle (*Ægiceras*, *Choripetalum*). Chez les *Ardisia*, la disposition varie suivant les espèces; ainsi, tandis que l'*Ardisia crenata* n'en a que dans l'écorce, l'*A. crenulata* en possède à la fois dans l'écorce et dans la moelle. Péricycle, liber et bois

(1) Kraus, *Inulinvorkommen ausserhalb der Compositen* (*Bot. Zeitung*, 1877, p. 329).

sont toujours dépourvus aussi bien de canaux que de poches résinifères.

Dans le pétiole, où elles sont fréquemment allongées en fuseau, les poches résinifères forment un arc au-dessous de l'arc libéroligneux. Dans le limbe, elles sont toutes arrondies et dispersées dans le parenchyme.

Myrtacées.—Conformément aux observations de M. Frank (1) et contrairement aux recherches plus récentes de MM. Martinet (2), J. Chatin (3) et de Bary (4), je me suis assuré que les réservoirs oléifères des Myrtacées sont issus de dissociation, non de destruction, que ce sont des poches sécrétrices, non des nodules sécréteurs désorganisés.

Ces poches sont localisées, ici aussi, dans la tige et la feuille à l'exclusion de la racine. Dans la tige, elle sont disséminées dans l'écorce; dans la feuille, elles sont éparses dans le parenchyme, surtout au voisinage de la face supérieure. Le péricycle, le liber et le bois sont dépourvus de canaux oléifères et de poches sécrétrices.

Rutacées. — Les réservoirs d'huile essentielle que l'on rencontre dans toutes les Rutacées et qui permettent de circonscrire très nettement cette famille sont formés aussi par dissociation des cellules sécrétrices, comme l'a montré M. Frank (*loc. cit.*) et non par destruction de ces cellules, comme l'ont admis plus récemment MM. Rauter (5), Martinet (*loc. cit.*), J. Chatin (*loc. cit.*), de Bary (*loc. cit.*).

La distribution de ces poches sécrétrices est la même que chez les Myrtacées. Elles sont disséminées dans l'écorce de la tige et dans le parenchyme des feuilles. La racine n'en a pas. Dans la tige et les feuilles, le péricycle, le liber et le bois se

(1) Frank, *Beiträge zur Pflanzenphysiologie*, p. 125. Leipzig, 1868.
(2) Martinet, *loc. cit.*, 1871.
(3) J. Chatin, *Ann. des sc. nat.*, 6e série, Bot., II, 1875.
(4) De Bary, *loc. cit.*, 1877.
(5) Rauter, *Denkschrift.*, *der Wiener Akad.*, XXXI, 1871.

montrent dépourvus de canaux oléifères aussi bien que de poches sécrétrices.

Samydées. — Les Samydées, tout au moins les *Samyda* et les *Casearia*, ont, comme les plantes des familles précédentes, la tige et surtout les feuilles pourvues de poches à huile essentielle. Dans la tige et dans le pétiole, ces poches sont allongées plus ou moins fortement et ressemblent à des canaux sécréteurs ; dans le limbe, elles sont ovales ou sphériques.

La tige en a quelquefois dans l'écorce et dans la moelle (*Samyda procera*), quelquefois dans l'écorce seulement (*S. suaveolens*). Ailleurs, elle en paraît dépourvue et ne possède que des cellules résinifères isolées ; la feuille seule renferme alors des poches sécrétrices (*Casearia inæquilateralis*, *C. resinifera*). Dans le pétiole, où le système libéroligneux forme un arc à bords reployés comme dans les Clusiacées, le parenchyme externe contient un arc de poches sécrétrices allongées et l'on observe trois de ces poches allongées dans le parenchyme interne à l'arc. La section transversale de ce pétiole ressemble donc complètement à celle d'un pétiole de Clusiacée (*Samyda procera*, *Casearia inæquilateralis*, etc.). Les faisceaux libéroligneux n'ont de canaux ni dans leur liber, ni dans leur bois.

D'autres Samydées, comme les *Osmelia Gardneri*, *Calantica cerasifolia*, etc., se sont montrées dépourvues de poches sécrétrices.

Il n'en est pas moins vrai que, par les *Samyda* et *Casearia*, les Samydées se rapprochent à la fois des Clusiacées et des Hypéricacées.

DIPTÉROCARPÉES (1).

M. K. Müller a étudié les canaux sécréteurs dans la tige sèche de plusieurs Diptérocarpées (*Dryobalanops*, *Dipterocarpus*, *Shorea*, *Vatica*, *Hopea*). D'après lui, ces canaux appar-

(1) Résultats communiqués à la Société botanique, séance du 28 mars 1884.

tiendraient exclusivement à la moelle, et chaque faisceau libéroligneux, en émergeant dans la feuille, entraînerait avec lui, sur son bord interne, un ou plusieurs de ces canaux médullaires (1). De l'existence de ces canaux, malgré leur localisation exclusive dans la moelle, il conclut à l'étroite affinité des Diptérocarpées avec les Clusiacées et les Hypéricacées. Les Symphoniées occuperaient le milieu du groupe et c'est à elles que se rattacheraient, d'un côté les autres Clusiacées, les Hypéricacées et, comme on l'a vu plus haut, les Bonnétiées, de l'autre les Diptérocarpées (*loc. cit.*, p. 463) (2). L'auteur affirme d'ailleurs que la structure générale des Diptérocarpées n'établit aucune différence entre elles et les familles précédentes (*loc. cit.*, p. 449).

Ayant étudié à l'état vivant la racine, la tige et la feuille d'un Diptérocarpe (*Dipterocarpus Bailloni*), à l'état sec la tige et la feuille des autres genres de la famille, j'ai pu me convaincre que les canaux sécréteurs de ces plantes ont une situation tout autre que celle qui leur est assignée par M. Müller. Il en résulte, au sujet des affinités de cette famille, des conséquences toutes différentes, qui se trouvent d'ailleurs corroborées par plusieurs autres caractères de structure.

Étudions d'abord les Diptérocarpes; nous leur comparerons ensuite les autres genres de la famille.

1. *Diptérocarpe.* — La jeune racine du *Dipterocarpus Bailloni* a son écorce dépourvue de canaux sécréteurs. Sous l'endoderme, s'étend un péricycle épais, formé de quatre à six rangs de cellules, qui enveloppe deux faisceaux ligneux non confluents au centre et deux faisceaux libériens alternes. Ces derniers ne renferment pas de canaux sécréteurs; mais, en dehors de chaque faisceau ligneux, on voit un canal oléifère bordé de quatre à six cellules sécrétrices assez grandes, dont les internes

(1) K. Müller, *loc. cit.*, p. 446.

(2) Sans doute parce que, d'après Müller, les *Symphonia* n'ont de canaux sécréteurs que dans la moelle; mais on a vu plus haut (p. 40, note) ce qu'il faut penser de cette assertion.

s'appuient directement contre les vaisseaux les plus étroits. Ce canal appartient-il au péricycle ou au faisceau ligneux? Il appartient au bois, car, dans la tige, en même temps que le faisceau ligneux se renverse, de centripète devenant centrifuge, le canal tourne avec lui et se retrouve à la pointe interne du bois, contre la moelle.

Au lieu d'un canal unique, on en trouve quelquefois deux, côte à côte ou séparés par une ou deux cellules ordinaires. Il en est ainsi notamment à chaque point d'origine d'une radicelle. La radicelle prend naissance, conformément à la règle, en face de chaque faisceau ligneux, par le cloisonnement des cellules externes du péricycle et, pour insérer ses vaisseaux sur ceux de la racine mère, elle projette une amorce vasculaire entre les deux canaux sécréteurs voisins, qui forment une sorte de boutonnière à son niveau. De la sorte, la situation des canaux sécréteurs vis-à-vis des faisceaux ligneux n'apporte aucun dérangement dans la disposition normale des radicelles.

Dans l'organisation primaire de la racine des Diptérocarpes, les canaux sécréteurs affectent donc exactement la même situation que dans celle des Pins et des Mélèzes parmi les Conifères; c'est jusqu'à présent le seul exemple connu de cette disposition chez les Angiospermes.

Dans les Pins et les Mélèzes, grâce à l'épaisseur du péricycle, la disposition normale des radicelles n'a pas non plus à souffrir de la présence des canaux sécréteurs; mais c'est par un artifice un peu différent que s'y trouve assurée l'insertion directe des vaisseaux de la radicelle sur ceux de la racine mère. Dans les Pins, c'est le faisceau ligneux qui se bifurque pour se rendre accessible en contournant le canal; dans les Diptérocarpes, c'est au contraire le canal qui se bifurque pour ouvrir l'accès du faisceau ligneux.

On voit que la situation des canaux sécréteurs dans le péricycle en face des faisceaux ligneux ne dérange pas nécessairement la disposition normale des radicelles. Celle-ci n'est troublée que lorsque le péricycle, formé d'une seule assise de cellules, est consacré *dans toute son épaisseur* à la formation

de l'huile essentielle; c'est ce qui a lieu, comme on sait, chez toutes les Ombellinées (Ombellifères, Araliées et Pittosporées, voy. plus haut p. 22 et p. 30). Il ne faut donc pas manquer de mentionner cette condition essentielle quand on traite de la disposition des radicelles dans ces trois familles.

Plus tard, la racine exfolie son écorce par une couche de liège formée dans l'assise externe du péricycle, et développe, en dedans de ses deux faisceaux libériens primaires, deux faisceaux libéroligneux secondaires. Ceux-ci demeurent séparés par deux larges rayons de parenchyme, au fond desquels se retrouvent les deux canaux sécréteurs primitifs; ces rayons parenchymateux se sclérifient dans la racine âgée. Le liber secondaire, formé de couches alternatives de fibres et de tubes criblés, demeure à tout âge dépourvu de canaux oléifères. Le bois secondaire, à mesure qu'il s'épaissit, produit au contraire de nombreux canaux disposés en cercles concentriques; ces canaux sont bordés de quatre à six cellules sécrétrices, souvent séparées des fibres ligneuses par quelques cellules de parenchyme remplies d'amidon. De là une nouvelle ressemblance avec les *Pinus* et *Larix*, et aussi, comme on sait, avec les *Picea* et *Pseudotsuga*.

Les faisceaux libéroligneux de la jeune tige ont chacun un canal sécréteur au bord interne de son bois primaire, contre la moelle; au-dessus du point de départ des faisceaux de la feuille prochaine, on compte environ quinze de ces canaux au pourtour de la moelle. Il n'y a de canaux ni dans l'écorce, ni dans le péricycle, ni dans le liber des faisceaux, ni dans la moelle elle-même. L'écorce renferme de nombreuses macles cristallines et, çà et là, une large cellule pleine de gomme ou de mucilage.

La feuille reçoit de la tige neuf faisceaux libéroligneux, qui quittent successivement le cylindre central à quelque distance au-dessous du nœud, pour achever leur trajet dans l'épaisseur de l'écorce (1). Chacun d'eux entraîne naturellement, d'abord

(1) M. K. Müller a déjà signalé ce fait (*loc. cit.*, p. 449).

dans l'écorce, et plus tard dans la feuille, le canal sécréteur qui appartient à son bois. Il faut remarquer cependant que le canal logé dans la concavité du bois du faisceau cortical se rétrécit de plus en plus quand on remonte vers le nœud, pour finir par s'oblitérer au nœud même et ne reparaître à sa même place qu'à la base du pétiole. Il y a donc prolongement idéal, mais non pas continuité directe entre le canal caulinaire et le canal foliaire du même faisceau.

Plus tard, la tige produit d'abord une couche de liège sous-épidermique, puis des plaques de liège plus profondes qui se raccordent avec la couche périphérique en formant un rhytidome écailleux, dans lequel se trouvent finalement compris et exfoliés les faisceaux corticaux. En même temps, le cylindre central épaissit son bois et son liber. Le bois secondaire renferme de nombreux canaux oléifères disposés en cercles concentriques plus ou moins réguliers; comme dans la racine, leurs cellules sécrétrices, au nombre de quatre à six, ne touchent ordinairement pas les fibres, mais en sont séparées par un étui plus ou moins épais de parenchyme ligneux amylacé. C'est de ces canaux ligneux secondaires que s'écoule en abondance, quand on entaille le bois de la tige des Diptérocarpes, le baume très usité en Orient pour la confection des laques et des vernis, connu en Europe sous les noms d'*huile de bois*, *wood-oil*, *Gurjun balsam*. Le liber secondaire, dépourvu de canaux sécréteurs, est stratifié de fibres et entrecoupé par des rayons fortement dilatés en dehors; en un mot, il offre tous les caractères du liber secondaire bien connu des Malvacées, des Tiliacées et des Sterculiacées.

Dans le pétiole, les faisceaux libéroligneux, sortis de la tige au nombre de neuf, comme on l'a vu, après s'être ramifiés et multipliés à sa base, se disposent d'une manière fort compliquée; ils forment notamment deux courbes fermées concentriques, aplaties sur la face supérieure et dont l'interne renferme en outre deux faisceaux latéraux isolés, à bois supérieur; le tout n'a, comme de règle, qu'un plan de symétrie. Les

faisceaux de la courbe externe, au nombre de neuf ou onze, ont chacun un canal oléifère dans l'échancrure de leur bois; trois seulement de ceux de la courbe interne, qui sont aussi au nombre de neuf ou onze, ont un pareil canal ligneux; les deux faisceaux isolés n'en ont pas. Le parenchyme extérieur ou intérieur est dépourvu de canaux, mais on y rencontre, surtout dans le parenchyme externe, de larges cellules à contenu gommeux ou mucilagineux et de nombreuses macles cristallines. Dans le limbe, les canaux ligneux accompagnent les nervures jusque dans leurs dernières ramifications.

En résumé, le corps du *Dipterocarpus Bailloni* est parcouru dans toute son étendue par un système de canaux sécréteurs exclusivement localisé dans le bois, mais s'étendant tout aussi bien dans le bois secondaire que dans le bois primaire.

Les autres Diptérocarpes, dont j'ai pu étudier la tige et la feuille à l'état sec (*D. nobilis*, *littoralis*, *turbinatus*, *grandiflorus*, *oblongifolius*, *alatus*, etc.), m'ont offert des canaux sécréteurs disposés comme dans l'espèce qui vient d'être étudiée. Seulement, les canaux du bois primaire sont souvent plus nombreux et plus rapprochés que dans le *D. Bailloni;* comme ils sont très larges, ils arrivent alors à se toucher presque en se comprimant latéralement; quelquefois même leur nombre est si grand, qu'ils sont forcés de se disposer côte à côte en deux cercles alternes à la périphérie de la moelle (*D. littoralis*, *D. nobilis*), disposition déjà signalée par M. Müller. Dans le bois secondaire des tiges âgées, le sclérenchyme est entrecoupé çà et là de plages arrondies formées de parenchyme amylacé; au centre de chacun de ces cordons de parenchyme ligneux, on observe un large canal rempli d'un baume quelquefois coloré en jaune ou en jaune brun (*D. alatus*, *D. grandiflorus*). Parfois aussi les cellules gommeuses de l'écorce de la tige et du parenchyme externe du pétiole sont plus grandes et plus nombreuses que dans le *D. Bailloni* (*D. turbinatus*, *oblongifolius*, *littoralis*, etc.). Partout le liber secondaire présente la stratification caractéristique des Malvacées.

Enfin, j'ai pu constater sur un embryon de Diptérocarpe

(*D. turbinatus*) que les faisceaux de la tigelle et des cotylédons, bien que rudimentaires et n'ayant pas encore différencié leurs vaisseaux, possèdent déjà, chacun dans sa région supérieure, un large canal sécréteur rempli de baume. Dans les cotylédons, ces canaux se ramifient et s'anastomosent comme les futures nervures elles-mêmes, dont ils permettent de suivre la distribution dans le parenchyme amylacé.

2. *Autres Diptérocarpées.* — A l'exception des genres *Lophira* et *Ancistrocladus*, dont il sera question plus loin, les mêmes canaux sécréteurs semblablement disposés, c'est-à-dire exclusivement localisés dans le bois primaire et secondaire, se retrouvent dans la tige et la feuille de toutes les autres Diptérocarpées que j'ai pu étudier à l'état sec (*Shorea*, *Vatica*, *Vateria*, *Hopea*, *Anisoptera*, *Pachynocarpus*, *Doona*, *Dryobalanops*). D'un genre à l'autre, les différences sont même très faibles; c'est le *Dryobalanops* qui présente les plus étendues. Dans la plupart des genres, comme dans les *Dipterocarpus*, tous les faisceaux libéroligneux du cylindre central, ou du moins le plus grand nombre, ont un canal sécréteur dans leur bois primaire; il en résulte que ces canaux ligneux primaires forment, au pourtour de la moelle, un cercle où ils sont rapprochés quelquefois jusqu'au contact, en nombre variable, mais assez grand, pouvant aller jusqu'à trente et quarante (*Vateria*, *Vatica*, *Shorea*, *Pachynocarpus*, *Anisoptera*). Dans quelques autres genres, un petit nombre seulement des faisceaux libéroligneux de la tige, destinés à la feuille prochaine, ont un canal ligneux, les autres en sont dépourvus; ainsi, dans le *Doona nervosa*, on n'observe que cinq canaux sécréteurs disposés dans les cinq angles du bois primaire; dans l'*Hopea jucunda*, le nombre oscille entre sept et trois; il se réduit définitivement à trois, le médian plus large que les deux autres, dans le *Dryobalanops aromatica*, où ces canaux produisent, comme on sait, le camphre de Bornéo. Les canaux du bois secondaire sont quelquefois directement en contact avec les fibres ligneuses, sans interposition d'un étui de parenchyme amylacé (*Vateria*). D'ailleurs, même séjour des

faisceaux foliaires dans l'écorce, qui est plus ou moins abondamment pourvue de cellules à mucilage (*Shorea*, etc.), même liber secondaire stratifié avec rayons dilatés en dehors, etc.

Dans le pétiole, les faisceaux offrent en général la même disposition compliquée avec le même arrangement des canaux que dans les *Dipterocarpus* (*Vatica*, *Vateria*, *Shorea*, etc.). Pourtant, dans un *Anisoptera* indéterminé, la courbe externe ne compte que quatre faisceaux séparés, dont l'inférieur et les deux latéraux ont seuls un canal sécréteur, et cette courbe ne renferme qu'un seul faisceau en arc pourvu d'un canal sur son bord supérieur. Dans le *Dryobalanops*, le faisceau médian inférieur du pétiole est libre et porte un large canal dans son bord supérieur; les autres faisceaux sont unis en une courbe fermée, et en s'unissant ainsi ils ont tourné sur eux-mêmes de manière à présenter leur bois en dehors; quatre d'entre eux ayant un canal, ces quatre canaux se trouvent rejetés en dehors de la courbe et ont l'air d'appartenir au parenchyme externe du pétiole: d'où une anomalie apparente (1). Plus haut, dans la nervure médiane du limbe, les faisceaux reprennent leur disposition normale et forment tous ensemble une courbe fermée qui renferme les canaux dans son parenchyme interne, comme partout ailleurs.

Dans l'embryon du *Dryobalanops*, comme dans celui des *Dipterocarpus*, les cotylédons ont la place de leurs futures nervures marquée par autant de larges canaux oléifères, ramifiés et anastomosés, comme les nervures elles-mêmes le seront plus tard; seulement, le parenchyme est oléagineux ici, et non pas amylacé comme dans les *Dipterocarpus*.

En résumé, au point de vue de la structure de l'appareil végétatif, les Diptérocarpées constituent une famille très homogène, caractérisée surtout par l'existence de canaux sécréteurs oléifères, par la localisation exclusive de ces canaux

(1) Dans ma note préliminaire (*Bull. de la Soc. bot.*, séance du 28 mars 1884, p. 150), j'ai signalé ces canaux du *Dryobalanops* comme appartenant réellement au parenchyme externe du pétiole.

dans le bois primaire et secondaire, par un liber secondaire stratifié à rayons dilatés en dehors, enfin par le séjour momentané des faisceaux foliaires dans l'écorce.

3. *Sur le genre* LOPHIRA. — Endlicher regardait le genre *Lophira*, représenté par une seule espèce, le *Lophira alata*, comme le type d'une famille autonome, « *ordo distinctissimus* », qu'il plaçait à côté des Diptérocarpées. M. A. de Candolle a suivi cette opinion, et pour lui la famille des Lophiracées tient le milieu entre les Diptérocarpées, les Clusiacées et les Ternstrœmiacées (*Prodromus*, XVI, sect. post., p. 638, 1868). C'est qu'en effet, par son ovaire uniloculaire, sa placentation basilaire, ses ovules nombreux et épinastes, son embryon dressé à cotylédons plans-convexes, le *Lophira* se sépare nettement de toutes les Diptérocarpées, qui ont l'ovaire triloculaire, les loges biovulées, les ovules hyponastes, l'embryon renversé à cotylédons plissés. Il ne leur ressemble guère que par l'accrescence du calice, caractère qui n'a pas une bien grande valeur, à en juger par la manière dont il varie chez les Diptérocarpées elles-mêmes.

Malgré toutes ces différences, M. Baillon a fait entrer le *Lophira* dans la famille des Diptérocarpées, en l'y conservant toutefois comme série distincte (*Histoire des plantes*, IV, p. 207, 1873). MM. Bentham et Hooker l'y ont même complètement incorporé, en l'y intercalant entre deux genres très voisins l'un de l'autre, les *Vatica* et les *Shorea* (*Genera*, I, p. 192, 1867).

L'étude anatomique, parfaitement d'accord avec celle de l'organisation florale, ne confirme pas la seconde opinion, encore bien moins la troisième; elle vient, au contraire, à l'appui de la première, et, en la corroborant par des preuves nouvelles, elle montre en même temps que le genre *Lophira* est encore plus éloigné des Diptérocarpées que ne le pensait Endlicher. On voit par là que tout n'est pas progrès dans les *Genera plantarum* les plus récents.

La tige et la feuille du *Lophira alata* ont, en effet, une struc-

ture toute différente de celle des Diptérocarpées; elles sont notamment dépourvues de canaux sécréteurs dans toutes leurs régions.

L'écorce de la tige contient des fibres fortement épaissies et lignifiées, isolées ou groupées en petit nombre. Le péricycle est fibreux, mais le liber secondaire, d'ailleurs peu développé, est totalement dépourvu de fibres et par conséquent de stratification. Le bois, peu épais, entoure une large moelle qui renferme un assez grand nombre de cordons fibreux de diverses grosseurs. Tous ces caractères sont autant de différences par rapport aux Diptérocarpées. La seule ressemblance est qu'ici aussi les faisceaux foliaires quittent le cylindre central bien au-dessous du nœud et séjournent dans la zone interne de l'écorce jusqu'à la feuille prochaine; comme ils sont nombreux pour chaque feuille, ils forment dans l'écorce un cercle presque complet autour de l'anneau libéroligneux; ils se divisent même dans leur parcours, ce qui en accroît encore le nombre.

Dans le pétiole, ces nombreux faisceaux demeurent isolés et se répartissent à peu près uniformément sur toute l'étendue de la section transversale, liber en bas, bois en haut, de manière à rappeler la structure du pétiole de beaucoup de Monocotylédones.

En résumé, la présence des fibres dans l'écorce et la moelle, jointe à leur absence dans le liber secondaire, l'absence de canaux sécréteurs, la disposition toute différente des faisceaux libéroligneux dans le pétiole, séparent le *Lophira* de tous les genres précédents et empêchent non seulement de le comprendre à un titre quelconque dans la famille des Diptérocarpées, mais même de le rapprocher trop étroitement de cette famille. Ces divers caractères, notamment la présence de fibres et de faisceaux scléreux dans l'écorce et dans la moelle de la tige, semblent indiquer que c'est bien plutôt du côté des Ternstrœmiacées qu'il faut chercher les véritables affinités du *Lophira*.

4. *Sur le genre* ANCISTROCLADUS. — Dans une étude mono-

graphique des *Ancistrocladus* (1), M. Planchon regarde ce genre comme « un type à part, type anormal s'il en fut jamais, embarrassant et même désespérant au point de vue des affinités ». « Il nous paraît, ajoute-t-il, se rattacher plus intimement au groupe dont le *Dipterocarpus* est le type, et c'est près de là que nous voudrions le ranger dans la série des familles » (*loc. cit.*, p. 320). Parmi les motifs à l'appui de cette opinion, l'auteur cite les ressemblances des *Ancistrocladus* avec le *Lophira*, « forme anormale de Diptérocarpées », ressemblances qui, d'après ce qui précède, prouveraient tout autre chose qu'une affinité avec les Diptérocarpées; il invoque aussi l'accrescence du calice, la nature du fruit, etc. « Somme toute. dit-il en terminant, les Ancistrocladées, jusqu'ici très peu connues, constituent un groupe excentrique, avec des tendances assez manifestes vers les Diptérocarpées » (*loc. cit.*, p. 320).

M. A. de Candolle considère aussi les *Ancistrocladus* comme formant une famille spéciale, voisine des Diptérocarpées (*Prodromus*, XVI, sect. post., p. 601, 1868).

Malgré les différences si nombreuses et si profondes qui les en séparent, notamment l'absence des stipules, l'ovaire uniloculaire surmonté de trois styles libres, la placentation pariétale basilaire, l'ovule unique et épinaste, la graine albuminée, l'embryon dressé, etc., M. Baillon a fait entrer les *Ancistrocladus* dans la famille des Diptérocarpées, où ils forment, il est vrai, une série distincte (*Histoire des plantes*, IV, p. 206, 1873). Sans tenir compte davantage de tous ces caractères différentiels, MM. Bentham et Hooker les y ont même complètement incorporés en les intercalant entre deux genres très voisins, les *Dipterocarpus* et les *Anisoptera* (*Genera*, I, p. 191, 1867).

D'accord avec l'étude morphologique de la fleur et de la graine, l'étude anatomique de la tige et de la feuille des *Ancis-*

(1) Planchon, *Essai monographique d'une nouvelle famille de plantes proposée sous le nom d'Ancistrocladées* (*Ann. des sc. nat.*, 3e série, XIII, 1849).

trocladus ne confirme ni le rapprochement indiqué par M. Planchon et admis par M. A. de Candolle, ni à plus forte raison l'annexion opérée par M. Baillon, encore bien moins l'incorporation réalisée par MM. Bentham et Hooker. Les *Ancistrocladus* n'ont, en effet, ni liber secondaire stratifié, ni canaux sécréteurs dans le bois, ni séjour des faisceaux foliaires dans l'écorce, ni disposition compliquée des faisceaux dans le pétiole ; ce ne sont donc ni des Diptérocarpées, ni des plantes voisines des Diptérocarpées. A quelle famille appartiennent-ils ? A ce problème difficile, que les botanistes descripteurs les plus consciencieux, comme MM. Planchon et A. de Candolle, ont déclaré ne pouvoir résoudre, l'anatomie apporte, comme on va voir, une solution aussi précise qu'inattendue. Mais il est nécessaire d'analyser tout d'abord avec quelque détail la structure de la tige et de la feuille de ces plantes, telle qu'on l'observe dans les six espèces que l'Herbier du Muséum a mises à ma disposition, savoir les *Ancistrocladus stelligerus*, *extensus*, *Heyneanus*, *Vahlii*, *Griffithsii* et *guineensis*.

La tige a son écorce pourvue de cellules scléreuses isolées ou rapprochées par petits groupes; elles sont plus nombreuses et plus serrées dans la zone externe, plus rares et plus écartées dans la zone interne; c'est dans les *Ancistrocladus Vahlii* et *Heyneanus* que ces cellules sont le plus développées. Le péricycle, tout entier parenchymateux, est formé de deux à quatre rangs de cellules à parois minces et renferme un cercle de canaux sécréteurs très étroits, bordés de quatre à cinq cellules spéciales; celles-ci tantôt touchent directement l'endoderme, tantôt en sont séparées par une assise de cellules ordinaires. Plus tard, on voit çà et là dans le péricycle une cellule épaissir sa membrane et se sclérifier. Le liber, primaire et secondaire, est exempt de fibres et de canaux sécréteurs ; mais par les progrès de l'âge certaines cellules isolées du parenchyme libérien se sclérifient fortement et se colorent en jaune (*A. guineensis, stelligerus*, *Heyneanus*) ; je n'ai pas observé de cellules scléreuses dans le liber des *A. Vahlii* et

extensus. Le bois, primaire et secondaire, est, ainsi que la moelle, entièrement dépourvu de canaux sécréteurs; dans le bois secondaire, le parenchyme ligneux amylacé forme d'étroites bandes circulaires concentriques.

Le liège, toujours accompagné d'une écorce secondaire dont quelques cellules isolées se sclérifient dans les séries radiales, se produit dans l'écorce à une profondeur variable suivant les espèces, par exemple, à 2 ou 3 rangées de l'épiderme dans l'*A. Vahlii*, beaucoup plus profondément et peut-être dans l'endoderme même chez l'*A. guineensis*.

La feuille reçoit de la tige trois faisceaux libéroligneux, rapprochés en arc dans le pétiole. Entre l'endoderme et le liber des faisceaux, s'étend un arc assez épais de sclérenchyme, qui est le péricycle; dans l'*A. Griffithsii*, les cellules de cet arc sont très larges et ont les parois peu épaissies. Le péricycle est donc scléreux dans la feuille, tandis qu'il demeure parenchymateux dans la tige, différence qui est en rapport avec la végétation grimpante de la tige. Dans l'arc scléreux péricyclique et près de son bord externe, sont creusés des canaux sécréteurs très étroits, bordés de quatre à cinq cellules spéciales à parois minces, et remplis d'un liquide granuleux souvent brunâtre; ces canaux sont disposés en un seul arc, et leur nombre varie de 7 (*A. Vahlii, A. stelligerus*), 9-11 (*A. extensus*), 11-13 (*A. Heyneanus*), jusqu'à 15-19 (*A. guineensis*). Leurs cellules de bordure peuvent toucher directement les grandes cellules de l'endoderme, mais le plus souvent elles en sont séparées par une ou deux épaisseurs de fibres. Ces canaux suivent, dans le péricycle des faisceaux, le trajet des principales nervures.

La présence de canaux sécréteurs et leur localisation exclusive dans le péricycle de la tige et de la feuille rattachent immédiatement le genre *Ancistrocladus* à l'une des quatre familles suivantes : Hypéricacées, Pittosporées, Araliées, Ombellifères. Les trois dernières étant, comme on sait, très voisines, il n'y a réellement à choisir qu'entre deux directions différentes.

Chez les Hypéricacées, comme on l'a vu pages 47 et suivantes, le péricycle forme un anneau fibreux continu toutes les fois que la tige est ligneuse, le liège est péricyclique, le limbe foliaire est parsemé de poches sécrétrices; dans les *Ancistrocladus*, le péricycle est parenchymateux, le liège est cortical, le limbe foliaire est dépourvu de poches sécrétrices. Les *Ancistrocladus* ne sont donc pas des Hypéricacées.

Parmi les trois autres familles qui correspondent à l'autre direction d'affinités, il faut écarter aussi les Ombellifères et les Araliées, comme formant dans leur péricycle, toutes les fois que la tige est ligneuse, des arcs scléreux superposés aux faisceaux libéroligneux, arcs scléreux que les *Ancistrocladus* ne produisent pas. Restent les Pittosporées. Si maintenant l'on compare, région par région, la structure de la tige et de la feuille des Pittosporées, telle qu'elle a été esquissée plus haut (p. 30 et suiv.), à celle des *Ancistrocladus*, telle qu'on vient de la décrire, on y trouve, sur tous les points essentiels, une ressemblance parfaite. Il n'y a pas jusqu'à ces cellules scléreuses de l'écorce primaire et jusqu'à cette écorce secondaire scléreuse qui ne se forment de la même manière dans les *Ancistrocladus*, sans doute pour suppléer à l'absence de fibres dans le péricycle. Comme dans plusieurs Pittosporées, notamment dans les *Pittosporum*, la formation de canaux sécréteurs dans le liber secondaire est très tardive dans les *Ancistrocladus*. En résumé, l'anatomie de la tige et de la feuille nous conduit à classer les *Ancistrocladus* dans les Pittosporées.

J'ai beaucoup regretté, on le comprend, de n'avoir pas à ma disposition une racine de quelqu'une de ces plantes. Si l'on se reporte, en effet, à la page 30, on voit que l'étude de la disposition des canaux sécréteurs dans l'organisation primaire de cette racine eût été décisive dans la question, en permettant de se prononcer du premier coup entre les Hypéricacées d'une part, et les trois familles d'Ombellinées de l'autre.

Si les *Ancistrocladus* sont des Pittosporées, la plupart de leurs caractères floraux, qui paraissaient anormaux quand on les considérait comme des Diptérocarpées, sont au contraire

tout naturels : tels sont notamment l'ovaire uniloculaire à placentation pariétale et la présence d'un albumen dans la graine. Quelques autres demeurent, il est vrai, exceptionnels dans cette famille, comme l'adhérence de l'ovaire uniovulé, l'indépendance des styles, la diplostémonie habituelle (l'*A. Vahlii* seul est isostémone), l'albumen ruminé. Ces caractères s'expliquent pourtant fort simplement par le voisinage des Araliées. On a vu plus haut (p. 35) que les Pittosporées sont très voisines des Araliées, qui ont toutes l'ovaire infère, quelquefois uniovulé, dont plusieurs ont les styles libres, plusieurs l'albumen ruminé, quelques-unes l'androcée diplostémone et même polystémone. En même temps, ces caractères attestent que les *Ancistrocladus* sont un genre de transition entre les Pittosporées et les Araliées, et ainsi se trouve, du même coup, singulièrement resserrée l'union de ces deux familles.

5. *Sur le genre* MASTIXIA. — On a vu plus haut (p. 27) que les *Mastixia* ne sont ni des Cornées, puisque la tige et la feuille y sont pourvues de canaux sécréteurs, ni des Araliées, puisque ces canaux y sont localisés dans le bois. Or cette localisation des canaux sécréteurs dans le bois de la tige et de la feuille se rencontre, comme on vient de le voir, dans toutes les Diptérocarpées, telle précisément qu'elle existe chez les *Mastixia*. On la retrouve encore, parmi les Angiospermes, dans deux autres familles, les Simarubées et les Liquidambarées, comme il sera dit plus loin ; mais ces deux groupes se distinguent des Diptérocarpées et entre eux par la racine, qui a ses canaux sécréteurs dans le liber chez les Liquidambarées, qui n'en a pas du tout chez les Simarubées. La racine des *Mastixia* a-t-elle des canaux sécréteurs ? Si elle en possède, sont-ils disposés comme dans les Liquidambarées, ou comme dans les Diptérocarpées ? Je ne puis malheureusement répondre à ces questions, n'ayant pas eu jusqu'ici à ma disposition la racine des *Mastixia*.

Mais à défaut de la racine, dont l'étude anatomique eût été décisive, plusieurs caractères de la tige et de la feuille

portent à croire que c'est aux Diptérocarpées, plutôt qu'aux Simarubées ou aux Liquidambarées, que les *Mastixia* doivent être rattachés. Comme dans les Diptérocarpées, les faisceaux foliaires quittent le cylindre central au-dessous du nœud et accomplissent le reste de leur trajet dans l'écorce en y devenant plus ou moins concentriques. Comme dans les Diptérocarpées, le liber secondaire est stratifié par des couches de fibres alternant avec les couches de tubes criblés et les rayons primaires sont dilatés en éventail vers l'extérieur. Bref, toute la structure des *Mastixia* est celle des Diptérocarpées. Il est vrai que dans les branches peu âgées que j'ai eues à ma disposition, le bois secondaire était entièrement dépourvu de canaux sécréteurs; mais chez plusieurs Diptérocarpées aussi, ce n'est qu'à partir d'un âge assez avancé que le bois secondaire renferme des canaux oléifères.

Reste à voir maintenant si les caractères de la fleur, du fruit et de la graine autorisent le classement indiqué si clairement par les caractères anatomiques.

Les *Mastixia* ont l'ovaire infère; mais il en est de même dans plusieurs Diptérocarpées, notamment dans les *Anisoptera* et *Pachynocarpus*. Le calice des *Mastixia* n'est pas accrescent; mais l'accrescence du calice est loin d'être un caractère constant chez les Diptérocarpées; elle fait défaut notamment dans les *Vatica*, *Vateria*, *Monoporandra* et *Pachynocarpus*. L'androcée des *Mastixia* ne compte que cinq étamines alternipétales; mais ce même androcée se rencontre aussi parmi les Diptérocarpées, chez les *Monoporandra*. L'ovaire des *Mastixia* est uniloculaire, uniovulé, leur graine est albuminée; ces deux caractères ne se rencontrent, il est vrai, dans aucune autre Diptérocarpée, puisqu'on vient de montrer que les *Ancistrocladus* ne peuvent être maintenus dans cette famille; mais ils ne paraissent pas suffisants pour interdire le rapprochement que tous les autres caractères suggèrent ou autorisent. Tant que l'étude anatomique de la racine n'aura pas décidé la question, ils sont pourtant de nature à commander quelque réserve, car il se pourrait qu'ils se concilias-

sent mieux avec l'introduction des *Mastixia* dans la famille des Simarubées, laquelle a des genres pourvus d'un ovule uniloculaire uniovulé et d'une graine albuminée.

STERCULIACÉES (1).

Les Malvacées (y compris les Bombacées), les Tiliacées et les Sterculiacées (y compris les Buttnériées) possèdent en commun plusieurs caractères anatomiques importants, et cette communauté de structure, jointe à la conformité bien connue de l'organisation florale, vient appuyer l'opinion d'après laquelle ces trois groupes sont bien plutôt les trois tribus d'une seule et même famille que trois familles distinctes (2). Bornons-nous à citer deux de ces caractères communs.

Partout la tige et la racine ont un liber secondaire stratifié, c'est-à-dire dans lequel des couches de fibres alternent régulièrement avec des couches de tubes criblés. Ainsi constitués, les libers secondaires sont séparés, d'un faisceau à l'autre, par des rayons progressivement élargis vers l'extérieur en forme d'éventail et dont les cellules, fortement dilatées suivant la tangente, contiennent en plus ou moins grand nombre des macles d'oxalate de chaux. C'est l'organisation bien connue dans les Tilleuls, mais qui se retrouve dans les Mauves et les *Bombax* aussi bien que dans les Tilleuls, dans les *Sterculia* et les *Buttneria* aussi bien que dans les Mauves. On a vu plus haut qu'elle se rencontre aussi chez les Diptérocarpées, qui sous ce rapport se rattachent intimement aux trois groupes dont il est ici question.

Partout aussi il y a production plus ou moins abondante de gomme ou de mucilage, mais ce second caractère n'est pas réalisé tout à fait de la même manière dans les trois groupes (3).

(1) Résultats communiqués à la Société botanique, séance du 9 janvier 1885.

(2) Ph. Van Tieghem, *Traité de botanique*, p. 1440, 1883.

(3) La petite famille des Sarcolénées présente aussi ce double caractère d'avoir le liber secondaire de la tige fortement stratifié et de posséder des cellules à gomme, tout au moins dans le parenchyme externe du pétiole (*Lep-*

Dans les Malvacées et les Tiliacées, la gomme est sécrétée, comme on sait, dans de grandes cellules ordinairement isolées, quelquefois rapprochées plusieurs côte à côte et qui alors peuvent se confondre en résorbant les parois en contact (*Tilia*, *Althæa*, etc.). Dans les Sterculiacées, au contraire, tout au moins, dans celles de ces plantes qui composent les tribus des Sterculiées, Hélictérées, Eriolénées et Dombeyées, la gomme se forme dans de larges canaux sécréteurs, issus de dissociation.

Le plus souvent les cellules qui bordent ces canaux ne diffèrent en rien de celles du parenchyme ambiant et peuvent comme celles-ci renfermer de l'amidon ou des macles cristallines. Quelquefois cependant, comme dans les *Sterculia*, les *Dombeya*, etc., le canal se creuse dans l'axe d'un cordon formé de cellules plus petites que celles du parenchyme ordinaire, cellules qui le bordent dans le jeune âge. Plus tard, incapables de s'accroître tangentiellement pour suivre la dilatation du canal, ces petites cellules se dissocient et on les retrouve çà et là, isolées ou par groupes de deux ou trois à la périphérie de la lacune; elles sont souvent rabattues au point de devenir méconnaissables, de façon que le canal paraît bordé directement en tous ses points par le parenchyme ambiant.

Voyons maintenant comment ces canaux à gomme sont distribués dans la racine, la tige et la feuille chez les principaux genres du groupe des Sterculiacées.

La racine n'en possède dans aucune de ses régions, ni pendant sa période primaire, même lorsqu'elle contient alors une moelle assez large comme dans le *Sterculia mexicana* ou l'*Heritiera macrophylla*, ni plus tard après la formation des productions libéroligneuses secondaires.

Dans la tige, les canaux se développent ordinairement à la fois dans l'écorce et dans la moelle. Ceux de l'écorce sont disposés en un cercle unique dans la zone moyenne : leur

tolæna multiflora), parfois aussi dans l'écorce et la moelle de la tige (*Sarcolæna eriophora*). Par là, les Sarcolénées se rattachent donc intimement aux Malvacées.

nombre peut s'élever jusqu'à vingt (*Eriolæna Wallichii*, etc.), quarante (*Pterospermum acerifolium*, *Cola acuminata*, etc.) et soixante (*Cola cordifolia*, etc.). Ceux de la moelle sont rangés habituellement en un seul cercle dans la zone périphérique, séparés des faisceaux par quelques rangées de cellules médullaires, appartenant par conséquent sûrement à la moelle même, non au bois primaire comme les canaux oléifères des Diptérocarpées; ce cercle comprend tantôt une vingtaine de canaux (*Pterospermum acerifolium*), tantôt une dizaine (*Eriolæna Wallichii*), tantôt moins encore: huit (*Cola acuminata*) ou même cinq seulement (*Tarrietia Argyrodendron*). Quelquefois les canaux sont, au contraire, plus nombreux et forment deux cercles, l'externe avec dix à douze canaux, l'interne avec six à huit (*Sterculia mexicana*, *Cola cordifolia*, *Tarrietia javanica*). Les canaux du cercle unique, ou du cercle externe quand il y en a deux, sont tantôt disposés en alternance avec les pointes ligneuses des faisceaux (*Eriolæna*, *Sterculia*, etc.), tantôt en superposition avec elles (*Tarrietia*, etc.).

Dans quelques autres genres, l'écorce de la tige est dépourvue de canaux (*Dombeya*, *Heritiera*, *Melhania*). Ceux de la moelle sont alors disposés soit en cercle périphérique irrégulier, c'est-à-dire offrant des canaux plus externes et d'autres plus internes (*Dombeya*, *Heritiera*), soit en plusieurs cercles concentriques irréguliers, de manière à paraître disséminés (*Melhania*). Ici encore les canaux les plus externes sont tantôt superposés aux faisceaux libéroligneux (*Heritiera*, *Dombeya*), tantôt alternes avec eux (*Melhania*).

Dans le pétiole, les faisceaux libéroligneux se disposent quelquefois en une simple courbe fermée (*Dombeya*, *Eriolæna*, etc.); le plus souvent, cette courbe renferme d'autres faisceaux disposés en un arc ouvert en haut (*Sterculia*, *Heritiera*, *Pterospermum*, etc.). Les genres qui possèdent des canaux dans l'écorce et la moelle de la tige en ont aussi dans le parenchyme externe et dans le parenchyme interne du pétiole; dans le *Sterculia mexicana*, par exemple, il y a une soixantaine de canaux sur une courbe fermée dans le parenchyme externe,

quatorze dans la zone moyenne comprise entre la courbe et l'arc libéroligneux, deux dans le parenchyme intérieur à cet arc. Dans les genres où l'écorce n'a pas de canaux, le parenchyme externe tantôt n'en a pas non plus (*Melhania*, *Dombeya*), tantôt en renferme qui s'arrêtent dans la tige au nœud même, ou très près du nœud (*Heritiera*). Les canaux du parenchyme interne affectent d'ailleurs par rapport aux faisceaux libéroligneux la même disposition que dans la tige de la plante considérée, ici superposés aux faisceaux (*Heritiera*, *Pterospermum*), là alternes avec eux (*Dombeya*, *Sterculia*, *Eriolæna*).

Quelques genres de Sterculiacées ont, au lieu de canaux, des lacunes ovales ou arrondies, provenant probablement de la résorption d'autant de grandes cellules, comme dans les Malvacées et les Bombacées : tels sont les *Helicteres* (*H. Isora*) et *Theobroma* (*Th. Cacao*). D'autres, plus nombreux, se sont montrés absolument dépourvus de canaux ou de poches à gomme : ce sont les *Hermannia* (*H. denudata*), *Mahernia* (*M. verticillata*, *M. cordata*), *Rulingia* (*R. pannosa*), *Buttneria* (*B. herbacea*, *B. carthagenensis*), *Lasiopetalum* (*L. solanaceum*), *Thomasia* (*Th. macrocarpa*), *Melochia* (*M. tomentosa*, *M. melissæfolia*), genres appartenant aux tribus des Hermanniées, Buttnériées et Lasiopétalées. Les canaux à gomme sont donc localisés principalement, comme il a été dit plus haut, dans les tribus des Sterculiées, Dombeyées et Hélictérées.

Par la présence de ces canaux sécréteurs, notamment par les genres où ces canaux n'existent qu'à la périphérie de la moelle sans se montrer dans l'écorce (*Dombeya*, *Heritiera*), les Sterculiacées se rapprochent des Diptérocarpées, plus que les Malvacées et les Tiliacées. Il faut remarquer pourtant que cette analogie est plus apparente que réelle; dans les Sterculiacées les canaux sont gommeux, contenus dans la moelle même et souvent dans l'écorce, localisés dans la tige et dans la feuille, à l'exclusion de la racine; dans les Diptérocarpées, ils sont oléorésineux, renfermés dans le bois, répandus dans la racine aussi bien que dans la tige et la feuille. A tout prendre, la famille des Diptérocarpées se conserve donc bien distincte,

quoique voisine, de la vaste famille des Malvacées comprenant à la fois comme grandes tribus les Malvées, les Tiliées et les Sterculiées.

BIXACÉES.

Avec un liber secondaire stratifié, les Bixacées (*Bixa*, *Cochlospermum*) possèdent des canaux à gomme; ces deux caractères les rattachent intimement aux Malvacées, surtout aux Sterculiées.

La racine du Rocouyer (*Bixa Orellana*) ne possède de canaux à gomme ni dans son organisation primaire, ni dans ses tissus secondaires. Pendant la période primaire, le péricycle, formé de deux assises de cellules, contient à droite et à gauche de chaque faisceau libérien une cellule pleine d'un latex jaune rougeâtre; les coupes longitudinales montrent que ces cellules sont très longues. Pendant la période secondaire, ces cellules laticifères se retrouvent sous la couche de liège péricyclique qui a exfolié l'écorce; en outre, le liber secondaire renferme dans son parenchyme des cellules isolées, pleines d'un liquide jaune brun analogue à celui des laticifères primaires.

L'écorce de la tige et le parenchyme du liber secondaire contiennent aussi de ces cellules isolées à contenu couleur de rouille. La moelle renferme trois larges canaux à gomme, bordés de cellules ordinaires pleines d'amidon, analogues à ceux des Sterculiacées.

Dans le pétiole, le parenchyme extérieur à la courbe fermée produite par les faisceaux libéroligneux renferme des cellules isolées à contenu brun, tandis que le parenchyme interne est creusé de trois larges canaux à gomme, prolongement de ceux de la tige.

L'appareil sécréteur du Rocouyer se compose donc de cellules isolées à latex coloré et de canaux à gomme, les premières répandues dans tous les organes, les seconds localisés dans la moelle de la tige et de la feuille.

Les *Cochlospermum* (*C. Gossypium*) ont dans leur tige de larges canaux à gomme formant un cercle dans l'écorce et un autre cercle à la périphérie de la moelle; ces derniers correspondent aux pointes ligneuses des faisceaux et passent avec ceux-ci dans les feuilles.

Le pétiole a aussi des canaux à gomme dans le parenchyme extérieur à la courbe libéroligneuse; il n'en renferme qu'un seul dans le parenchyme interne.

D'autres genres classés dans la famille des Bixacées, comme les *Oncoba*, les *Pangium*, se sont montrés dépourvus de canaux à gomme.

LIQUIDAMBARÉES (1).

On sait que les Liquidambarées, petit groupe composé des deux genres très voisins *Liquidambar* et *Altingia*, sécrètent des baumes fort usités en Orient: le plus célèbre est le *styrax liquide*, riche en cinnamène, en acide cinnamique et en styracine, qui provient du *Liquidambar orientalis* d'Asie Mineure; d'autres, moins estimés, sont produits dans l'Amérique du Nord par le *L. styraciflua*, en Chine par le *L. formosana* et l'*Altingia chinensis*, au Japon par le *L. acerifolia*, à Java par l'*A. excelsa*. C'est de l'*écorce* de ces arbres, au sens ancien du mot, et surtout de l'écorce interne, que le baume est extrait; mais les auteurs sont loin d'être d'accord sur la manière dont il y est sécrété.

D'après M. G. Planchon, « dans les jeunes tiges et les rameaux, on ne voit dans l'écorce que quelques cellules remplies de baume ou de résine, dispersées principalement dans les couches internes; mais, dans les vieux troncs, le baume se trouve en abondance, aussi bien dans les épaisses cellules fibreuses de la couche libérienne que dans le parenchyme cortical qui relie entre eux les faisceaux fibreux, et dans les rayons médullaires qui coupent radialement ces couches. Il

(1) Résultats communiqués à la Société botanique de France, séance du 23 mai 1884.

ne paraît pas y avoir d'organe sécréteur spécial; c'est dans les cellules mêmes que se fait le produit, et peut-être par une transformation de leurs parties constituantes (1). »

MM. Fluckiger et Hanbury ne donnent aucune indication précise à cet égard ; mais, dans une note ajoutée à la traduction française de l'ouvrage, le traducteur, M. de Lanessan, s'exprime ainsi au sujet du *Liquidambar orientalis:* « Les organes sécrétants de la plante sont des *canaux sécréteurs* véritables... Dans un rameau âgé de cinq à six ans, la moelle offre un cercle de canaux disposés dans le voisinage de l'extrémité interne des faisceaux ligneux et arrivés à un degré de développement assez avancé, quatre ou cinq couches concentriques de cellules sécrétantes entourant la cavité centrale. Dans le parenchyme cortical et le liber, un certain nombre de ces canaux sont en voie de formation (2). »

Cellules sécrétrices isolées dans l'écorce et dans le liber; canaux sécréteurs formés d'abord dans la moelle et plus tard aussi dans l'écorce et dans le liber: telles sont donc les deux opinions en présence. L'étude que j'ai faite de la racine, de la tige et de la feuille des *Liquidambar styraciflua* et *orientalis* à l'état vivant, confirmée par l'examen à l'état sec de la tige et de la feuille des *Liquidambar formosana* et *acerifolia*, ainsi que des *Altingia excelsa* et *chinensis*, me permet de fixer la part de vérité contenue dans chacune de ces deux assertions.

1. *Racine.* — Dans la jeune radicelle, l'écorce, limitée en dedans par un endoderme subérifié, est dépourvue d'éléments sécréteurs. Le cylindre central commence par un péricycle formé d'une seule assise de cellules; de très bonne heure, bien avant l'apparition de la couche génératrice des productions libéroligneuses secondaires, cette assise se segmente tangentiellement et forme une couche de liège, qui exfolie l'écorce tout entière, y compris l'endoderme. Sous ce péricycle, des faisceaux ligneux centripètes, ordinairement au nombre de

(1) G. Planchon, *Traité pratique de la détermination des drogues simples d'origine végétale*, II, p. 265, 1875.

(2) Fluckiger et Hanbury, *Pharmacographia*, trad. franç, II, p. 492, 1878.

trois dans les radicelles étudiées et confluents au centre en étoile, alternent avec pareil nombre de faisceaux libériens. Chacun de ceux-ci comprend, adossé au péricycle, un arc de deux rangs de tubes criblés, et sous cet arc un large canal oléifère bordé de cinq ou six grandes cellules sécrétrices. Ces cellules de bordure ne sont séparées des vaisseaux, en dedans et sur les côtés, que par deux assises de cellules conjonctives, dont l'externe se cloisonnera plus tard pour former l'arc générateur des productions libéroligneuses secondaires. Dans son organisation primaire, la racine de ces plantes possède donc un canal sécréteur au bord interne de chaque faisceau libérien. On ne peut manquer d'être frappé de la ressemblance qui existe sous ce rapport entre les Liquidambarées et les Anacardiacées.

Plus tard, après l'exfoliation de l'écorce, après que les arcs générateurs sous-libériens ont conflué en dehors des faisceaux ligneux en une couche génératrice continue, et que cette couche génératrice a produit un anneau libéroligneux secondaire de plus en plus épais, les canaux sécréteurs du liber primaire sont refoulés vers la périphérie, au voisinage de la couche de liège issue du cloisonnement centripète du péricycle; ils sont séparés seulement de cette couche par deux ou trois rangs de cellules pleines d'amidon, provenant du cloisonnement centrifuge du péricycle, et par la lame cornée qui résulte de l'écrasement des tubes criblés du liber primaire. C'est là qu'on les retrouve à tout âge, en nombre toujours égal à celui des faisceaux libériens primaires de la racine considérée, mais plus larges qu'au début; leurs cellules de bordure se sont, en effet, accrues et cloisonnées, non seulement suivant la tangente, de manière à circonscrire en plus grand nombre une lacune plus large, mais encore suivant le rayon, de façon à envelopper la cavité de trois ou quatre assises de cellules tabulaires superposées. Ils demeurent d'ailleurs seuls à toute époque; car aucun canal sécréteur nouveau ne se forme ni dans le liber secondaire, ni dans le bois secondaire. Le liber secondaire, dépourvu de fibres, contient beaucoup d'amidon

et quelques macles d'oxalate de chaux dans le parenchyme interposé aux tubes criblés; dans les rayons unisériés qui le traversent, un grand nombre de cellules, de même forme que les autres, isolées ou juxtaposées aussi bien suivant la longueur que dans le sens radial, sont remplies d'un baume incolore et très réfringent; ces cellules sécrétrices cessent brusquement au niveau de la zone génératrice, et dans le bois secondaire les rayons ne renferment que de l'amidon.

En résumé, l'appareil sécréteur de la racine se compose de canaux oléifères, localisés dans le liber primaire, et de simples cellules, disséminées notamment dans les rayons du liber secondaire.

2. *Tige.* — Dans la tige, l'écorce, qui forme son liège sous l'épiderme, est dépourvue de canaux ou de cellules résinifères; on y voit seulement d'assez nombreuses macles d'oxalate de chaux et quelquefois des cellules scléreuses (*Altingia chinensis*). Sous l'endoderme, le péricycle est composé de petits groupes fibreux, séparés par du parenchyme. Le liber, primaire ou secondaire, est privé de canaux sécréteurs; mais les rayons du liber secondaire, qui est dépourvu de fibres, contiennent, comme dans la racine, un grand nombre de cellules pleines d'un baume incolore. Le bois secondaire n'a ni canaux, ni cellules résinifères, mais chaque faisceau de bois primaire renferme un canal sécréteur. Ce canal est situé à la pointe même du faisceau, en dedans des vaisseaux annelés et spiralés les plus étroits et les premiers formés, de façon qu'au premier abord on pourrait le croire à la périphérie de la moelle; mais ses cellules de bordure, qui se segmentent plus tard tangentiellement de manière à en former trois ou quatre rangées, sont directement reliées aux vaisseaux par des cellules étroites, identiques à celles qui réunissent latéralement entre elles les séries rayonnantes des vaisseaux, c'est-à-dire par du parenchyme ligneux. Le canal est donc creusé, comme on l'a vu plus haut chez les Diptérocarpées, dans le parenchyme ligneux qui occupe la pointe extrême du faisceau. On compte huit ou neuf de ces canaux sur la section transversale

de la tige du *Liquidambar orientalis*. La moelle est entièrement dépourvue de canaux sécréteurs.

L'appareil sécréteur de la tige se compose donc, comme celui de la racine, de canaux primaires et de simples cellules secondaires; mais, tandis que ces dernières occupent la même situation que dans la racine, c'est-à-dire principalement les rayons du liber, les premiers ont une disposition toute différente : ils étaient au bord interne du liber, ils sont maintenant au bord interne du bois. Cette migration de l'appareil sécréteur, qui passe du liber primaire de la racine au bois primaire de la tige, est un fait très remarquable, dont on ne connaît pas jusqu'ici d'autre exemple.

Aussi est-il intéressant de savoir comment elle s'opère au collet. L'étude anatomique des plantules en germination du *Liquidambar orientalis* va nous permettre de résoudre cette question.

Le pivot de cette plante a une structure binaire: les deux faisceaux ligneux confluent au centre en une bande diamétrale; les deux faisceaux libériens renferment chacun un canal sécréteur en dedans de leurs tubes criblés. A une petite distance au-dessous du collet, en même temps que le cylindre central se dilate, chaque faisceau libérien se partage en deux moitiés ayant chacune un canal sécréteur; chaque faisceau ligneux se divise de même, suivant sa longueur, en deux moitiés, qui s'écartent l'une de l'autre jusqu'à venir s'appliquer contre le bord interne des deux faisceaux libériens dédoublés. Il en résulte, au niveau du collet, quatre faisceaux libéroligneux ayant chacun un canal sécréteur dans son liber, disposés autour d'une moelle centrale. Immédiatement après le dédoublement des faisceaux ligneux, on voit apparaître, dans la bande de parenchyme qui sépare leurs deux moitiés, et à la place même qu'occupaient leurs vaisseaux externes, un canal sécréteur assez large, bordé d'abord de quatre, bientôt de six ou huit cellules spéciales. Un peu au-dessus du collet, on voit en outre la place qui sépare les deux faisceaux libéroligneux du même côté, occupée par un troisième faisceau libéro-

ligneux de nouvelle formation et dépourvu de canal sécréteur dans son liber. Ainsi composé, avec ses six faisceaux libéroligneux, dont quatre seulement sont pourvus de canaux sécréteurs libériens, avec ses deux larges canaux sécréteurs occupant la place des faisceaux ligneux du pivot, le cylindre central conserve sa structure dans toute l'étendue de la tigelle, jusque sous les cotylédons. Ceux-ci correspondent, comme toujours, aux faisceaux ligneux du pivot; chacun d'eux reçoit les deux faisceaux libéroligneux qui lui font face, avec le large canal qui les sépare. A ce niveau, les deux faisceaux libéroligneux impairs, qui restent en place, acquièrent au bord interne de leur bois un canal sécréteur. Après leur départ, les faisceaux cotylédonaires sont remplacés par quatre faisceaux pourvus également d'un canal sécréteur dans le bois, mais sans canal libérien. De sorte que, dans le second entre-nœud, la tige possède six faisceaux à canaux ligneux, sans canaux libériens, c'est-à-dire sa structure normale.

Dans le cotylédon, les deux faisceaux, dont les bois touchent de chaque côté le canal sécréteur, ne tardent pas à se rejoindre par leurs libers au-dessous du canal, de sorte que la nervure médiane des cotylédons est formée d'un faisceau unique ayant deux canaux libériens et un seul large canal ligneux compris entre les deux moitiés de son bois.

Par ce qui précède, on voit que le système sécréteur libérien de la racine se prolonge jusque dans les cotylédons, tandis que le système sécréteur ligneux de la tige prend naissance, en partie du moins, au collet. Les deux systèmes coexistent donc dans toute l'étendue de la tigelle et dans les cotylédons; c'est seulement au-dessus des cotylédons que le système sécréteur ligneux de la tige se rencontre seul et qu'il acquiert son plein développement.

En ce qui concerne la tige, seul organe qu'ils aient étudié, il se trouve donc que les deux auteurs cités plus haut ont entrevu chacun une partie de la vérité. D'un côté, il y a bien, en effet, des canaux sécréteurs au pourtour de la moelle, comme l'a signalé M. de Lanessan; seulement ils appartiennent au

bois, non à la moelle, et de plus ni l'écorce, ni le liber ne contiennent de canaux sécréteurs, soit formés, soit en voie de formation. De l'autre côté, le liber secondaire ne renferme en effet que de simples cellules à baume, comme l'a dit M. Planchon; en sorte que le produit commercial, puisqu'il est extrait de l'*écorce* de l'arbre, provient, du moins en partie, de ces cellules disséminées. Je dis : du moins en partie, car à chaque nœud le liber et l'écorce sont traversés obliquement, comme on sait, par trois canaux ligneux qui y subsistent après la chute des feuilles. Si donc on vient à fendre et à déchirer ces deux zones, non seulement tous les canaux obliques qu'elles renferment laisseront écouler leur baume, mais encore, par les ouvertures béantes, le baume des canaux verticaux du bois, fortement comprimé par la formation du bois secondaire, ne pourra manquer de s'écouler au dehors. On recueillera donc le baume des canaux du bois en même temps que celui des cellules du liber.

3. *Feuille.* — La feuille reçoit de la tige trois faisceaux libéroligneux, qui y passent avec leur canal sécréteur. Dans le pétiole, près de l'insertion, chaque faisceau est arqué et loge le canal dans sa gouttière. Plus haut, il se ferme complètement autour du canal et devient concentrique. Plus haut encore, les trois faisceaux concentriques se rouvrent latéralement et s'unissent bord à bord en une courbe fermée, aplatie en haut et contenant les trois canaux dans son bois. Quand les faisceaux se ramifient dans le limbe, les canaux se divisent en même temps, de manière à suivre jusqu'au bout le cours des principales nervures.

En résumé, les *Liquidambar* et les *Altingia* ont tout leur corps végétatif traversé par un système de canaux oléifères, qui appartient au liber primaire dans la racine, au bois primaire dans la tige et dans la feuille. Sous ce rapport, on peut dire que ces plantes combinent la racine d'une Anacardiacée avec la tige et la feuille d'une Diptérocarpée. A ces canaux s'ajoute plus tard un ensemble de simples cellules, qui occupe la même situation dans le liber secondaire des trois membres.

4. *Affinités des Liquidambarées.* — Considérées longtemps comme une famille à part, d'affinités d'ailleurs assez obscures, les Liquidambarées ont été dans ces derniers temps rattachées comme tribu soit à la famille des Hamamélidées (1), soit à celle des Saxifragacées (2). Les genres *Bucklandia* (*B. populea*), *Hamamelis* (*H. virginiana*), *Rhodoleia* (*Rh. Championi*), etc., qui, dans cette manière de voir, sont considérés comme les plus proches voisins des Liquidambarées, se sont montrés cependant complètement dépourvus à la fois de canaux sécréteurs et de cellules résinifères.

Sous le rapport de l'appareil sécréteur, les deux genres *Liquidambar* et *Altingia* forment donc bien un petit groupe distinct qui ne peut même jusqu'à présent être rapproché d'aucun autre; car, s'il ressemble aux Diptérocarpées et aussi, comme on va le voir, aux Simarubées par la tige et par la feuille, il diffère de ces deux familles par la racine.

SIMARUBÉES (3).

M. Trécul a signalé l'existence de canaux oléorésineux dans la tige et la feuille des *Ailantus glandulosa* et *Brucea ferruginea*. Ils sont situés entre les pointes internes des faisceaux libéroligneux et appartiennent, suivant lui, à la zone périphérique de la moelle de la tige et du pétiole (4). Il constatait en même temps la présence de pareils canaux médullaires dans quelques Anacardiacées (*Spondias*, plusieurs espèces de *Rhus*), et cette analogie de structure pouvait porter à croire que les *Ailantus* et les *Brucea*, rattachés autrefois aux Zanthoxylées, seraient bien à leur place dans la famille des Anacardiacées. Ce n'est pas, comme on sait, l'opinion qui a prévalu

(1) Bentham et Hooker, *Genera*, I, p. 664, 1867.

(2) Baillon, *Histoire des plantes*, III, p. 397, 1871.

(3) Résultats communiqués à la Société botanique de France, séance du 23 mai 1884.

(4) Trécul, *Des vaisseaux propres dans les Térébinthinées* (*Comptes rendus*, LXV, 1867).

en botanique descriptive; on s'accorde bien à retirer ces deux genres des Zanthoxylées, mais c'est pour les placer dans les Simarubées et non dans les Anacardiacées (1).

Voyons donc d'abord si cette ressemblance dans la disposition des canaux sécréteurs chez les *Ailantus* et *Brucea* d'une part, chez les *Spondias* et certains *Rhus* d'autre part, existe réellement, s'il y a effectivement ce désaccord entre la Morphologie externe et l'Anatomie. Nous rechercherons ensuite si les autres Simarubées possèdent un appareil sécréteur comparable à celui des *Ailantus* et des *Brucea*.

1. *Ailantus* et *Brucea*. — La racine des *Ailantus glandulosa* et *Brucea ferruginea*, comme celle des *Simaruba officinalis* et *Picramnia polyantha*, est dans toutes ses parties et demeure à tout âge dépourvue de canaux sécréteurs. Dans le *Simaruba officinalis*, toutes les cellules de l'écorce, aussi bien celles de l'assise pilifère que celles de l'endoderme, produisent une oléorésine jaune d'or, condensée en une ou plusieurs gouttelettes dans chaque cellule. Cette écorce sécrétrice persiste assez longtemps, malgré les cloisonnements du péricycle, qui forme une couche de plus en plus épaisse entre le liber primaire écrasé et l'endoderme. Dans le *Brucea ferruginea*, chaque cellule de l'assise subéreuse, située au-dessous de l'assise pilifère, porte sur ses faces latérales et transverses un cadre d'épaississement pareil à celui qui consolide, comme on sait, chaque cellule sus-endodermique dans la racine des *Thuia*, *Cupressus*, *Taxus*, etc.

On voit donc déjà que, par leur racine, les *Ailantus* et *Brucea* diffèrent profondément des Anacardiacées et ressemblent aux autres Simarubées.

Dans la tige de l'*Ailantus glandulosa*, les faisceaux libéroligneux sont étroits, nombreux et de deux sortes, qui alternent assez régulièrement : les uns prolongent leur bois dans la moelle en une pointe formée de vaisseaux annelés et spiralés déroulables, mais dépourvue de canal sécréteur; dans les

(1) Bentham et Hooker, *Genera*, I, p. 306, 1867.

autres, le bois, moins développé vers le centre et dépourvu de vaisseaux spiralés, renferme dans le parenchyme ligneux de son bord interne un large canal sécréteur. Aux nœuds, les premiers seuls entrent dans les feuilles, les autres demeurent dans la tige. Ces faisceaux des deux sortes s'unissent latéralement çà et là, trois par trois ou deux par deux; il en résulte des faisceaux composés, dont le bois plus large renferme un ou deux canaux sécréteurs, diversement disposés suivant le mode d'union. Si la soudure a lieu entre un faisceau pointu et les deux faisceaux à canal voisins, le bois du faisceau composé renferme un canal dans chacun de ses flancs; si c'est au contraire un faisceau à canal qui s'est soudé aux deux faisceaux pointus voisins, le bois du faisceau composé contient un seul canal médian entre ses deux pointes vasculaires; enfin, lorsqu'un faisceau pointu s'unit d'un côté seulement avec un faisceau à canal, le bois du faisceau composé est dissymétrique et ne renferme de canal que dans l'un de ses flancs. Dans tous les cas, les canaux résineux appartiennent au bois des faisceaux, non à la moelle. La moelle est entièrement dépourvue de canaux sécréteurs; elle renferme seulement des cellules résineuses disséminées.

La feuille ne reçoit de la tige que des faisceaux pointus, dépourvus de canal; ils sont au nombre de sept ou neuf. Mais dès la base du pétiole, en même temps que ces faisceaux se disposent en une courbe fermée, il se forme entre eux, pour les réunir, tout autant de faisceaux à canal identiques à ceux de la tige. Il en résulte que les canaux sécréteurs du pétiole sont disposés comme ceux de la tige, sans être cependant en continuité directe avec eux. Ces faisceaux à canal accompagnent les autres dans la nervure médiane des folioles; mais ils n'entrent pas dans les nervures secondaires, qui sont dépourvues de canaux.

Dans la tige et la feuille des *Brucea* (*B. ferruginea*, *antidysenterica*, *sumatrana*), les canaux sécréteurs sont disposés comme dans l'Ailante, c'est-à-dire au bord interne du bois primaire des faisceaux intercalés aux foliaires; seulement

l'union entre ces faisceaux et les foliaires est plus intime que dans l'Ailante. Il en résulte que les canaux suivent plus longtemps que dans l'Ailante le cours des nervures dans les folioles. M. Trécul dit à ce sujet : « Dans les nervures de troisième ou de quatrième ordre, les éléments fibro-vasculaires sont épanouis autour de l'unique vaisseau propre, de manière que les trachées elles-mêmes sont disposées en demi-cercle autour de la moitié supérieure de ce laticifère, dont elles ne sont tout au plus séparées que par les cellules pariétales de ce vaisseau propre » (*loc. cit.*, p. 24). Il résulte de cette citation que, d'après les observations mêmes de M. Trécul, les canaux sécréteurs du limbe appartiennent bien au bois des nervures, non au parenchyme foliaire.

Cette localisation des canaux sécréteurs dans le bois des faisceaux réparateurs de la tige, à l'exclusion des faisceaux foliaires, n'est pas sans exemple. On la retrouve, comme on sait, chez les Conifères dans les Pins et les Mélèzes. Elle est exactement l'inverse de la disposition constatée plus haut chez plusieurs Diptérocarpées, où les faisceaux foliaires seuls ont des canaux sécréteurs dans leur bois (*Doona*, *Dryobalanops*, etc.).

D'autre part, si l'on étudie les *Spondias* et les diverses espèces de *Rhus* qui présentent le même caractère, notamment le *Rhus semialata*, le *Rh. typhina*, etc., on s'assure aisément que les canaux sécréteurs internes de ces plantes sont bien en réalité médullaires, les plus externes étant séparés du bois des faisceaux libéroligneux par plusieurs rangées de cellules de moelle (1).

On voit donc que, par la disposition des canaux sécréteurs dans la tige et dans la feuille, canaux qui ne sont ni dans le liber, ni dans la moelle, mais dans le bois, les genres *Ailantus* et *Brucea* diffèrent profondément des Anacardiacées, qui ont

(1) Il en est de même pour les canaux sécréteurs que j'ai observés, dans le *Tapiria mexicana*, au pourtour de la moelle, en correspondance avec les faisceaux foliaires.

toujours des canaux sécréteurs dans le liber, quelquefois dans la moelle, jamais dans le bois.

2. *Autres Simarubées.* — Considérons maintenant les autres Simarubées.

La tige du *Picræna excelsa* possède aussi des canaux oléorésineux au bord interne du bois primaire de certains de ses faisceaux libéroligneux, et toutes ses autres régions : écorce, liber primaire et secondaire, bois secondaire, moelle, en sont également dépourvues. Seulement, au contraire de ce qui a lieu dans les *Ailantus* et les *Brucea*, ce sont les faisceaux à bois pointu, c'est-à-dire ceux qui vont directement aux feuilles, qui possèdent chacun un canal sécréteur; les autres n'en ont pas. Sur la coupe transversale, on compte sept ou huit faisceaux ainsi constitués. Sous ce rapport, les choses se passent ici comme dans les Diptérocarpées. Situé en dedans de la pointe formée par les vaisseaux annelés et spiralés les plus étroits, le canal peut paraître au premier abord médullaire; mais ses cellules de bordure sont reliées aux vaisseaux les plus internes par des cellules de même nature que celles qui rattachent ces vaisseaux entre eux, c'est-à-dire par du parenchyme ligneux. Il est donc creusé, comme dans les Diptérocarpées et les Liquidambarées, dans le parenchyme ligneux de la pointe du bois primaire.

La feuille du *Picræna excelsa* reçoit de la tige cinq faisceaux à canal. Les quatre latéraux quittent le cylindre central à quelque distance au-dessous du nœud; ils achèvent leur trajet dans l'écorce, où ils se referment en dedans autour du canal en devenant concentriques; souvent même le canal y disparaît alors complètement. Cette marche des faisceaux fait penser encore aux Diptérocarpées. Au nœud même, le faisceau médian s'échappe à son tour, avec son canal dans sa gouttière. A la base du pétiole, les quatre faisceaux latéraux se rouvrent, reprennent leur canal et s'unissent avec le médian pour former une courbe fermée qui enveloppe un arc de petits faisceaux internes à bois supérieur. La partie inférieure concave

de la courbe fermée comprend les cinq canaux au bord interne de son bois; la partie supérieure plane, ainsi que l'arc interne, en sont dépourvus. Dans le limbe des folioles, les canaux suivent le cours des nervures; chaque nervure latérale renferme un large canal au milieu même de son bois, lequel est divisé en deux groupes de vaisseaux qui bordent les flancs du canal.

Bon nombre d'autres Simarubées se comportent essentiellement comme les *Picræna*. Ce sont : 1° parmi les genres à carpelles libres : les *Simaruba* (*S. officinalis*, *S. glauca*), *Simaba* (*S. trichilioides*), *Aruba* (*A. Cedron*), *Samadera* (*S. indica*), *Picrasma* (*P. ailantoides*), *Picrolemma* (*P. Sprucei*); 2° parmi les genres à carpelles concrescents : les *Soulamea* (*S. amara*), *Amaroria* (*A. soulamoides*). Ce qui varie surtout suivant les genres, c'est le nombre des canaux que l'on observe dans le bois primaire sur la section transversale de la tige et du pétiole. Ce nombre peut s'élever dans la tige à une trentaine (*Pricrolemma*, *Soulamea*, etc.), quand les faisceaux destinés à plusieurs feuilles successives contiennent en même temps un canal sécréteur; mais il peut aussi se réduire à l'unité (*Samadera*), si le faisceau médian de la feuille prochaine est seul à posséder un canal sécréteur. De pareilles différences ont été signalées plus haut chez les Diptérocarpées. Dans le pétiole, on observe d'ordinaire autant de canaux que la feuille a pris de faisceaux libéroligneux à la tige : cinq (*Picræna*), sept (*Simaruba*, *Picrolemma*, etc.), neuf (*Soulamea*), onze (*Simaba*, *Amaroria*); mais il peut aussi n'y en avoir qu'un seul dans le faisceau médian (*Samadera*). Les faisceaux de l'arc interne n'en ont ordinairement pas; pourtant, dans l'*Amaroria soulamoides*, l'arc interne, composé ici d'un seul faisceau, a un canal sécréteur dans son bois.

Le pédoncule floral a, comme la tige, ses faisceaux munis de canaux sécréteurs au bord interne du bois. La moelle de ce pédoncule contient quelquefois (*Simaba trichilioides*) des faisceaux surnuméraires, concentriques, à liber interne, analogues à ceux qu'on trouve dans la moelle du pédoncule floral

chez le Ricin ; ces faisceaux surnuméraires n'ont pas de canaux sécréteurs.

D'autres genres se montrent, au contraire, dépourvus de canaux sécréteurs, aussi bien dans la feuille que dans la tige. Ce sont : parmi les types à carpelles libres : 1° les *Quassia* (*Quassia amara*), *Hannoa* (*Hannoa undulata*), *Rigiostachys* (*R. squamata*), *Castela* (*C. coccinea*), *Cneorum* (*Cn. tricoccum*), *Eurycoma* (*E. longifolia*), *Dictyoloma* (*D. incanescens*), *Suriana* (*S. maritima*), *Brunellia* (*Br. racemifera*) ; 2° parmi les types à carpelles concrescents : les *Irvingia* (*I. gabonensis*), *Harrisonia* (*H. Brownii*), *Lasiolepis* (*L. paucijuga*), *Balanites* (*B. ægyptiaca*), *Spathelia* (*Sp. simplex*), *Picramnia* (*P. polyantha*, *P. gracilis*), *Picrodendron* (*P. Juglans*), *Picrella* (*P. trifoliata*). La plupart des genres ainsi dépourvus de canaux sécréteurs sont, il est vrai, d'affinités très obscures et ne sont rapportés qu'avec doute à la famille des Simarubées : tels sont notamment les *Rigiostachys*, *Balanites*, *Brunellia*, *Spathelia*, *Cneorum*, *Dictyoloma*, *Picrodendron*, *Irvingia*, *Picrella*, etc. Au point de vue anatomique, les *Dictyoloma* se distinguent de toutes les autres Simarubées par des poches oléifères arrondies, situées dans le parenchyme de la feuille, caractère qui les rattache à la famille des Rutacées; le *Picrella*, par des cellules oléifères isolées, disséminées dans l'écorce et la moelle de la tige, en même temps que dans le parenchyme du limbe foliaire ; le *Picrodendron*, par de grandes cellules à mucilage dans l'écorce de la tige et le parenchyme externe du pétiole; les *Irvingia*, par de larges lacunes à gomme provenant de résorption, dans la moelle de la tige, dans le parenchyme tant externe qu'interne du pétiole, etc., etc.

Il est intéressant de remarquer que l'absence de canaux sécréteurs permet de distinguer facilement le genre *Quassia* du genre *Picræna*.

En tenant compte de la remarque qui précède, on voit que ce double caractère de posséder des canaux sécréteurs localisés dans le bois primaire de la tige et de la feuille, et de n'en

avoir dans aucune région de la racine, appartient à la plupart des vraies Simarubées. On voit aussi que les *Ailantus* et *Brucea* viennent, sous ce rapport, prendre place parmi les vraies Simarubées, à une légère différence près dans les relations des canaux sécréteurs avec les faisceaux foliaires. Il y a donc, ici comme partout ailleurs, concordance parfaite entre la Morphologie externe et l'Anatomie.

Contrairement à ce qui a été observé chez les Diptérocarpées, l'embryon des Simarubées est dépourvu de canaux sécréteurs dans sa tigelle et dans ses cotylédons épais, qui sont tantôt oléagineux (*Samadera indica*), tantôt amylacés (*Simaba Cedron*). Ce caractère est sans doute en rapport avec l'absence de canaux sécréteurs dans la racine.

3. *Affinités des Simarubées.* — En somme, on connaît maintenant quatre groupes de plantes douées de canaux sécréteurs dans le bois. Les Diptérocarpées réalisent cette disposition le plus complètement possible, puisqu'elles l'offrent à la fois dans la racine, la tige et la feuille. Parmi les Conifères, les *Pinus*, *Larix*, *Picea*, *Pseudotsuga* la présentent seulement dans la racine et la tige, tandis que les Simarubées ne la manifestent que dans la tige et la feuille, la feuille dans les premières, la racine dans les secondes étant dépourvue de canaux dans ses faisceaux. Enfin les Liquidambarées n'offrent également cette disposition que dans la tige et dans la feuille, mais avec des canaux sécréteurs dans les faisceaux libériens de la racine, exemple unique jusqu'ici d'une migration de l'appareil sécréteur du liber au bois, quand on passe de la racine à la tige. Les Diptérocarpées, les Liquidambarées et les Simarubées ont ceci de commun, que la tige et la feuille y possèdent des canaux sécréteurs localisés dans le bois primaire; c'est donc la racine seule qui distingue ces trois groupes et les caractérise l'un par rapport à l'autre, par ses canaux dans le bois primaire (Diptérocarpées), dans le liber primaire (Liquidambarées), ou nuls (Simarubées). On voit par là combien l'étude anatomique de la racine est utile et même nécessaire, si l'on veut assurer un fondement solide à l'Anatomie compa-

rée des plantes, et combien il est regrettable que cet organe ne se trouve généralement pas dans les herbiers.

Considérées dans leurs rapports avec les Rutacées et les Anacardiacées, les Simarubées ne se distinguent pas seulement de chacune de ces deux familles par un caractère négatif, à savoir : des Rutacées par l'absence de poches oléifères dans l'écorce de la tige et le parenchyme des feuilles, des Anacardiacées par l'absence de canaux sécréteurs dans le liber des trois organes; elles s'en séparent encore par un caractère positif, qui est la présence de canaux sécréteurs dans le bois primaire de la tige et des feuilles.

En résumé, ce travail ne nous a pas seulement fait connaître avec précision, pour dix-huit familles de plantes, la structure et la disposition de l'appareil sécréteur dans les divers membres du corps, il nous a montré aussi combien cette disposition peut jeter de lumière sur les affinités, et nous a conduit en conséquence à modifier en plusieurs points la Classification de ces plantes.

Ainsi les Pittosporées, débarrassées du *Chalepoa*, mais augmentées des *Ancistrocladus*, sont venues se placer dans le voisinage immédiat des Araliées et des Ombellifères. Les *Helwingia* et le *Curtisia* ont dû être reportés des Araliées aux Cornées, les *Mastixia* des Araliées aux Diptérocarpées, le *Lophira* des Diptérocarpées aux Ternstrœmiacées, les *Dictyloma* des Simarubées aux Rutacées, etc. Les *Quiina* ont dû être séparés des Clusiacées, tandis que les *Kielmeyera*, *Caraipa*, *Haploclathra*, *Pœciloneuron*, *Marila* et *Mahurea*, retirés des Ternstrœmiacées, prenaient place dans cette famille. Les *Ailantus* et *Brucea* ont été fixés définitivement dans les Simarubées. En même temps, se sont trouvées mieux définies les affinités des Dipsacées avec les Composées de la tribu des Tubuliflores, des Hypéricacées et des Samydées avec les Clusiacées, des Diptérocarpées, des Sarcolénées et des Bixacées

avec les Malvacées, des Simarubées avec les Rutacées et les Anacardiacées, etc. Quelque lumière s'est faite enfin sur les affinités jusque-là si obscures des Liquidambarées.

Par ce petit nombre d'exemples, on voit tout ce que l'Anatomie comparée, à la condition d'être faite avec précision et appliquée avec mesure, peut rendre de services à la détermination des affinités, et par suite à la Classification des plantes.

55e ANNÉE. — VIIe SÉRIE. TOME I. Nos 2 ET 3.

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

SEPTIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE, LA CLASSIFICATION
DES VÉGÉTAUX VIVANTS ET FOSSILES

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE

M. PH. VAN TIEGHEM

TOME I. — Nos 2 ET 3.

(ABONNEMENT AUX TOMES I ET II DE LA VIIe SÉRIE).

PARIS
G. MASSON, ÉDITEUR
LIBRAIRIE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
Boulevard Saint-Germain et rue de l'Eperon
En face de l'École de médecine
1885

PARIS, 30 FR. — DÉPARTEMENTS ET ÉTRANGER, 32 FR.

Ce cahier a été publié en mai 1885.

Ce cahier est le second de la SEPTIÈME SÉRIE. (Voir ci-contre les nouvelles conditions de la publication.)

CONDITIONS DE LA PUBLICATION

ANNALES DES SCIENCES NATURELLES

SEPTIÈME SÉRIE

Botanique, publiée sous la direction de M. PH. VAN TIEGHEM.

Il paraît chaque année 2 vol. avec les planches correspondant aux Mémoires.

Prix de l'abonnement annuel :

Paris : 30 francs.

Départements et Union postale : 32 francs.

Les mêmes conditions s'appliqueront aux Annales des Sciences naturelles, PARTIE ZOOLOGIQUE, à partir de la septième série. Trois volumes restent encore à publier (18 à 20), pour terminer la ZOOLOGIE.

Prix des collections.

PREMIÈRE SÉRIE (Zoologie et Botanique réunies), 30 vol.	(*Rare.*)
DEUXIÈME SÉRIE (1834-1843). Chaque partie 20 vol.	250 fr.
TROISIÈME SÉRIE (1844-1853). Chaque partie 20 vol.	250 fr.
QUATRIÈME SÉRIE (1854-1863). Chaque partie 20 vol.	250 fr.
CINQUIÈME SÉRIE (1864-1873). Chaque partie 20 vol.	250 fr.
SIXIÈME SÉRIE (1874 à 1885). Chaque partie 20 vol.	250 fr.

ANNALES DES SCIENCES GÉOLOGIQUES

Dirigées, pour la partie géologique, par M. HÉBERT, et pour la partie paléontologique, par M. ALPHONSE MILNE EDWARDS.

Il est publié chaque année, à partir de janvier 1870, 1 vol. gr. in-8°, avec les planches et figures dans le texte correspondant aux Mémoires.

Prix de l'abonnement annuel :

Paris : 15 fr.

Départements : 16 fr.

Union postale : 17 fr.

RECHERCHES

SUR

LA STRUCTURE ET LA DÉHISCENCE DES ANTHÈRES

Par M. LECLERC DU SABLON

INTRODUCTION.

On sait que les anthères s'ouvrent, au moment de leur maturité, pour laisser échapper le pollen ; cette déhiscence s'effectue généralement par deux fentes longitudinales suivant la ligne médiane de chaque loge, ou plus rarement par des pores situés au sommet de l'anthère. Étudier les différents modes de déhiscence, déterminer les tissus qui la produisent et rechercher à quelle particularité de structure ces tissus doivent leur propriété, tel a été l'objet de ce travail.

Après avoir indiqué sommairement les circonstances extérieures qui favorisent la déhiscence et les causes internes qui la déterminent, je passerai en revue les principaux types de structure que l'on rencontre dans les anthères, montrant la relation constante qui existe entre la forme de l'anthère ouverte et la structure de ses parois ; de l'examen de tous les cas observés, on pourra conclure la généralité des causes auxquelles j'attribue la déhiscence. La formation des pores qui, aussi bien au point de vue physiologique qu'au point de vue morphologique, peut être regardée comme un cas exceptionnel, sera traitée à part ; tout ce qui sera dit dans la première partie de ce travail devra donc être appliqué seulement à la déhiscence longitudinale. On verra d'ailleurs dans quelle mesure ces deux modes de déhiscence doivent être rappro-

chés. Les opinions des différents botanistes qui se sont occupés du sujet que j'étudie seront discutées dans le courant de ce mémoire à propos de chaque question particulière.

I

CAUSES DE LA DÉHISCENCE.

Les botanistes sont d'accord pour regarder la sécheresse de l'air comme provoquant l'ouverture des anthères. M. Chatin cite à ce sujet plusieurs expériences très simples ; par exemple il hâte l'ouverture des anthères en les mettant dans l'air sec, il l'empêche, au contraire, en les maintenant dans l'eau. On peut compléter cette expérience, en mettant successivement la même anthère dans l'eau et dans l'air sec. On obtient alors exactement les mêmes résultats que pour les fruits déhiscents (1). L'anthère qui s'est ouverte dans l'air sec se referme dans l'eau pour se rouvrir encore si on la remet dans l'air sec, et ainsi de suite.

Pour rendre cette expérience plus sensible, et aussi pour mieux voir la forme des valves, on fait une coupe transversale dans l'ensemble de l'anthère et on l'examine au microscope. Si elle est dans l'eau, elle présente la forme de l'anthère fermée, si on la laisse se dessécher, on voit la contraction s'opérer, les bords se recourber, et on a la forme de la section après la déhiscence. On peut remarquer que, comme pour les fruits, cette forme est constante pour une même espèce et peut varier très notablement d'une espèce à l'autre (pl. 2, fig. 9 et 10, 11 et 12, 18 et 19). En général, les bords des valves sont recourbés vers l'extérieur ; mais dans certains cas, tels que celui de l'*Antirrhinum majus* ou de l'*Hedysarum flexuosum*, ils se replient vers l'intérieur. Il est intéressant de voir avec quelle rapidité une section desséchée peut s'imbiber

(1) *Recherches sur la déhiscence des fruits à péricarpe sec*, par M. Leclerc du Sablon (*Ann. des sciences naturelles*, 6ᵉ série, Bot., t. XVIII).

d'eau et changer de forme. Dans certains cas, le mouvement est instantané au moment où l'eau arrive au contact de la section.

La pression que le pollen pourrait exercer sur les parois de l'anthère ne peut être regardée comme la cause de la déhiscence, puisque l'anthère peut encore s'ouvrir et se fermer lorsqu'elle est complètement vide.

On ne peut cependant pas, comme pour les fruits, faire ouvrir ou fermer une anthère très longtemps après la maturité; cela tient à ce que les tissus étant mous et peu lignifiés, ils se décomposent rapidement et perdent la propriété de changer de forme suivant leur degré d'humectation. Mais si des anthères ont été conservées à l'abri de la décomposition, dans l'alcool, par exemple, elles peuvent encore s'ouvrir presque indéfiniment.

La déhiscence de l'anthère se produit et peut être répétée à volonté après la mort des cellules qui la composent; on doit donc en conclure qu'elle est la conséquence d'une propriété physique des tissus de ses parois, et non un mouvement produit par l'activité vitale de la plante.

D'après ce qui vient d'être dit, il y a lieu de rechercher dans l'étude des tissus la traduction anatomique de cette propriété qui est la cause de la déhiscence et la relation qui doit exister entre la structure de l'anthère et son mode d'ouverture. Je rappellerai d'abord rapidement la constitution d'une anthère adulte.

L'épiderme est formé de cellules à parois minces et non lignifiées; sous l'épiderme se trouve une couche formée d'une ou plusieurs assises de cellules que nous appellerons la couche fibreuse et dont la structure mérite une mention spéciale. Les parois des cellules sont minces, non lignifiées et portent des ornements en relief lignifiés de formes très différentes; quelquefois ce sont de simples anneaux (*Datura*), d'autres fois des spirales (*Borrago*) ou bien des anneaux incomplets interrompus sur la face externe de la cellule et présentant à peu près la forme d'un U (*Lychnis*); quelquefois ces bandes d'épaississement s'anastomosent de différentes manières, comme on peut

le constater sur les figures. Je reviendrai d'ailleurs sur ces descriptions en étudiant quelques anthères en particulier. Pour le moment, qu'il nous suffise de savoir qu'une partie des parois des cellules sous-épidermiques est lignifiée, tandis que l'autre partie reste composée de cellulose pure. A l'intérieur de la couche fibreuse, se trouvent quelques assises de cellules non lignifiées qui ont presque toujours disparu au moment de la déhiscence. Les parois s'épaississent généralement dans le voisinage du connectif, qui renferme un faisceau libéro-ligneux. Dans certains cas (*Iris*, *Alstrœmeria*), les cellules fibreuses occupent la plus grande partie du connectif et pénètrent jusque dans la cloison. Le long de la ligne de déhiscence, la couche fibreuse subit en général une solution de continuité et est remplacée par quelques cellules à parois très minces, qui se rompent au moment de la déhiscence; quelquefois cependant elle reste continue comme chez la Nigelle ou la Dauphinelle (pl. 2, fig. 1).

En résumé, les parois de l'anthère adulte se composent généralement de deux couches : l'épiderme et la couche fibreuse. A laquelle de ces deux couches doit-on attribuer le recourbement des valves? ou bien encore l'une et l'autre jouent-elles un rôle dans le phénomène de la déhiscence?

Les auteurs répondent de façons différentes à ces questions. L'opinion la plus généralement répandue, et qui fut surtout accréditée par l'autorité de Purkinje, est celle qui attribue à la couche fibreuse un rôle principal. C'est à une hygroscopicité spéciale que ces cellules devraient leur propriété. Cependant M. Duchartre n'admet pas le rôle exclusif de la couche fibreuse et attribue la courbure des valves à l'inégalité de contraction entre l'épiderme et les assises sous-épidermiques. Il compare, à ce propos, les valves d'une anthère au thermomètre de Bréguet, composé de deux lames métalliques soudées entre elles et qui se contractent inégalement. M. Chatin, tout en partageant l'opinion de M. Duchartre pour un certain nombre de cas, croit que c'est à la couche fibreuse seule qu'il faut rapporter la déhiscence d'un grand nombre

d'anthères. Le connectif et la cloison qui sépare les logettes seraient aussi, dans certains cas, appelés à jouer un rôle important dans la déhiscence. Mais ces différentes opinions de M. Chatin ne sauraient être regardées que comme des hypothèses, car elles ne reposent sur aucune démonstration expérimentale.

M. Hans Schinz (1), qui a récemment étudié ce sujet, rapproche la déhiscence des anthères de celle des sporanges, avec laquelle elle ne me paraît avoir que des rapports très éloignés. Les épaississements en forme d'U que présentent certaines cellules fibreuses auraient la propriété de rapprocher leurs deux branches sous l'influence de la dessiccation. M. Schinz cherche à étayer son hypothèse, qui ne rend d'ailleurs pas compte de l'ouverture de toutes les anthères, sur des idées théoriques concernant la structure de la membrane.

L'examen seul d'une anthère adulte laisse supposer que le rôle de l'épiderme ne doit pas être très important. Souvent, en effet, cette assise a disparu au moment de la maturité, comme chez les *Mahonia*, les Conifères, la plupart des Composées, et les valves réduites à l'assise fibreuse ne s'en recourbent pas moins. Dans d'autres cas, qu'on peut regarder comme la règle générale, les cellules épidermiques sont à parois très minces et très peu résistantes et se séparent facilement de l'assise fibreuse qui constitue la partie solide de l'anthère.

Il pourrait cependant se faire que, malgré son peu de résistance apparente, l'épiderme, en se contractant plus que l'assise fibreuse, ait une certaine influence sur la courbure des valves. Pour faire disparaître le doute que l'examen anatomique laisse encore sur cette question, il suffit de détacher l'épiderme sans endommager les assises sous-jacentes et de voir la façon dont se conduit, sous l'action de la dessiccation, l'anthère ainsi mutilée. On peut prendre pour sujet de cette expérience l'anthère du Tabac ou de la Digitale, dont l'épi-

(1) *Untersuchungen über den Mechanismus des Aufspringens der Sporangien und Pollensäcke*. Zurich, 1883.

derme est bien développé et peut être enlevé facilement avec un canif. Si l'on a la précaution de faire bouillir dans l'acide acétique, l'épiderme s'en va tout d'une pièce. On peut alors constater qu'une anthère privée de son épiderme se conduit exactement de la même façon qu'une anthère intacte : elle s'ouvre si on la dessèche, et se referme si on la met dans l'eau. On a donc le droit de conclure de cette expérience que *l'épiderme ne joue pas de rôle appréciable dans la déhiscence.*

Il n'est pas toujours possible d'enlever l'épiderme en respectant les tissus sous-jacents; mais, comme les cellules qui le composent ont toujours la même structure, on peut généraliser le résultat de l'expérience précédente en l'étendant à toutes les anthères dont la structure est normale. Le rôle de l'épiderme, si on admettait que ce rôle existât, serait d'ailleurs difficile à préciser, car les valves de l'anthère se recourbent tantôt en dehors et tantôt en dedans, sans qu'on puisse observer de modifications dans les cellules épidermiques; nous en verrons plusieurs exemples dans la suite.

Puisque le rôle de l'épiderme dans la déhiscence est absolument passif, c'est donc dans l'assise fibreuse qu'il faut chercher les causes des mouvements des valves, car, comme on le sait, les valves ne se composent que de ces deux parties. Il reste maintenant à rechercher à quoi tient cette propriété des cellules fibreuses, et par quel mécanisme ces cellules peuvent entraîner la déformation des valves.

Nous avons vu que les parois des cellules fibreuses se composent d'une partie lignifiée et d'une partie cellulosique diversement entremêlées. Il est naturel de supposer que sous l'action de la dessiccation les parties lignifiées sont celles qui se contractent le moins. De nombreuses remarques viennent à l'appui de cette hypothèse. Si l'on coupe une tige dont l'écorce et le liber sont encore complètement cellulosiques, on voit qu'en se desséchant ces parties diminuent de volume sensiblement plus que le bois. C'est à cette inégalité de contraction qu'est due la formation des pores dans la capsule du Pavot, et les fendillements qu'on peut remarquer dans la partie molle

des capsules de Ricin. Enfin dans toutes les circonstances où l'on peut comparer la contraction du bois à celle de la cellulose pure, on voit que cette dernière substance se contracte bien davantage.

Il reste à savoir si cette inégalité de contraction peut se manifester dans la couche fibreuse par une déformation des cellules, et si cette déformation est utilisée pour la déhiscence. Pour répondre à ces questions, on peut suivre deux méthodes:

1° Examiner une cellule déterminée avant et après la dessiccation, faire dans ces deux cas des mesures précises et voir ainsi quelles sont les parties qui se sont contractées le plus;

2° Étudier la disposition des parties lignifiées dans l'ensemble de la couche fibreuse, en conclure la forme que devrait prendre une valve en supposant qu'elle se contracte moins que les parties non lignifiées, et voir si cette forme coïncide précisément avec celle que présente la valve après la déhiscence.

Cette seconde méthode sera appliquée à un certain nombre d'anthères de structures très différentes, et nous verrons que les résultats, tous concordants, sont bien faits pour confirmer et même démontrer l'hypothèse que nous avons faite.

La méthode des mesures directes est beaucoup plus difficile à suivre. On peut l'appliquer avec une certaine exactitude aux cellules fibreuses du sporange des *Equisetum* qui sont tout à fait comparables aux cellules fibreuses des anthères et jouent le même rôle. Les parois de ces cellules sont en cellulose pure et portent un épaississement lignifié en forme de spirale. L'axe de la spirale est parallèle à la plus grande dimension de la cellule. Si la partie lignifiée se contracte moins que l'intervalle qui sépare les deux tours de spire, la cellule devra se raccourcir suivant l'axe de la spirale beaucoup plus que dans une direction perpendiculaire. C'est, en effet, ce qu'on observe.

Prenons pour exemple deux cellules dont les dimensions ont été mesurées avant et après la dessiccation. La première, qui présentait 5 tours de spire, mesurait, lorsqu'elle était

imbibée d'eau, 20 divisions du micromètre suivant l'axe de la spirale et 4 dans une direction perpendiculaire; en la laissant se dessécher, la longueur s'est réduite à 14 divisions, tandis que la largeur n'a pas diminué sensiblement. La seconde, qui ne présentait que deux tours et demi de spire, a vu sa longueur réduite de 10 à 7 divisions, tandis que sa largeur ne changeait pas. On voit donc que, dans les deux cas, les tours de spire se sont rapprochés par la contraction des parties molles qui les séparaient, tandis qu'eux-mêmes ne se sont pas sensiblement contractés.

La forme des ornements permet très rarement des mesures aussi précises; on peut cependant constater que les cellules spiralées de l'anthère de l'*Iris pseudo-Acorus* se contractent beaucoup suivant l'axe de la spire, que les anneaux des cellules fibreuses du *Datura Stramonium*, assez écartées les uns des autres lorsque les cellules sont imprégnées d'eau, se rapprochent beaucoup en se desséchant, sans que pour cela leurs dimensions changent notablement.

II

DÉHISCENCE LONGITUDINALE

1° CAS D'UNE COUCHE FIBREUSE SE COMPOSANT D'UNE SEULE ASSISE DE CELLULES.

1° *Malva sylvestris*. — Il arrive assez souvent que la face interne des cellules fibreuses présente des ornements plus ou moins nombreux qui, réunis au centre de la paroi, divergent à partir de ce point jusqu'à la périphérie; là ils pénètrent dans les parois radiales de la cellule et se terminent au contact de la face externe. C'est à ces sortes de cellules que M. Chatin a donné le nom de *cellules en griffe*. Chez la Mauve on peut les observer avec une grande netteté (pl. 1, fig. 6). Dans ce cas il est bien évident que la face externe, uniquement formée de cellulose, se contractera plus que la face interne qui porte

des bandes lignifiées en forme d'étoile; les valves devront donc se recourber vers l'extérieur.

On peut cependant observer, notamment chez l'*Hedysarum flexuosum*, des anthères pourvues de cellules en griffe, dont les valves se recourbent vers l'intérieur. Mais ce fait, loin d'amoindrir la conclusion précédente, ne fait que la confirmer. Dans ce cas, en effet, la disposition des cellules fibreuses est inverse de ce qu'elle était dans la Mauve; il n'est donc pas étonnant que l'enroulement des valves soit aussi inverse. La face interne des cellules est dépourvue de parties lignifiées, tandis que la face externe porte les épaississements étoilés qui tout à l'heure étaient à la face interne. Le bord libre des valves doit donc se recourber vers l'intérieur pour la même raison que chez la Mauve il se recourbait vers l'extérieur.

Chez l'*Aquilegia vulgaris* (pl. 1, fig. 7 et 8) et le *Lathyrus latifolius*, la forme des ornements est à peu près la même, mais les bandes de la face interne, en se réunissant, ont formé une plaque ligneuse qui couvre la plus grande partie de la paroi; cette plaque peut s'élargir jusqu'à ce qu'elle couvre complètement la paroi, comme chez le *Geranium sanguineum*. Chez l'*Erodium Hymenades* (pl. 1, fig. 9), on voit dans un espace très restreint toutes les transitions entre les deux cas extrêmes du *Malva sylvestris* et du *Geranium sanguineum*. Sur le bord des valves, les bandes se réunissent d'abord simplement au centre de la cellule, puis elles forment en leur point de réunion des plaques de plus en plus grandes qui ne tardent pas à atteindre les bords de la face interne. Dans tous ces cas, la cause de la déhiscence est la même que chez la Mauve.

2° *Lychnis dioica*. — Un des cas à la fois les plus simples et les plus fréquents est celui où les ornements sont en forme d'U. On peut prendre comme type de ce mode de structure l'anthère du *Lychnis dioica*.

Les cellules de l'assise fibreuse sont assez régulières et allongées transversalement (pl. 1, fig. 1 et 2); la face interne porte des ornements nombreux parallèles à l'axe de l'anthère et prolongés dans les parois radiales par deux branches qui se

terminent au contact de la face externe. Celle-ci est complètement dépourvue de parties lignifiées. On voit donc que tous les ornements ont la forme d'un U dont les branches sont tournées vers l'extérieur.

On peut conclure de cette disposition : 1° que la face externe des anthères se contractera plus que la face interne, et que par conséquent les valves se recourberont vers l'extérieur; 2° que la contraction sera beaucoup plus grande parallèlement à la section transversale que dans toute autre direction.

Les plans de tous les U étant en effet parallèles entre eux et séparés seulement par de la cellulose pure, ils se rapprocheront beaucoup pendant la dessiccation; parallèlement à l'axe, au contraire, la contraction sera la même que celle des éléments lignifiés qui s'étendent presque sans discontinuité d'un bout de l'anthère à l'autre.

On peut remarquer à ce propos qu'il est facile de prévoir la plus ou moins grande contraction absolue des valves, suivant la quantité et la disposition des éléments lignifiés qu'elles contiennent; lorsque les ornements sont rares et isolés, la contraction est grande; s'ils sont nombreux et soudés les uns aux autres ou formant une plaque continue, on conçoit que la contraction de l'ensemble sera à peu près la même que celle des parties lignifiées.

3° *Helianthus annuus.* — Les anthères des Composées, qui portent ordinairement des ornements en U, méritent une mention spéciale; elles sont, comme on sait, soudées par leurs faces latérales et s'ouvrent à l'intérieur du cylindre qu'elles ont ainsi formé autour du style. Toute la partie des parois qui forme la surface externe du cylindre ne subit aucune modification pendant la déhiscence; les anthères restent donc parfaitement unies ensemble et rien ne montre à l'extérieur qu'elles se sont ouvertes. A l'intérieur, au contraire, il se forme le long de la ligne de soudure de deux anthères une fente qui permet à la paroi interne de chaque loge de se recourber vers l'extérieur pour laisser échapper le pollen (pl. 1, fig. 3).

Sur presque toute la surface des anthères, l'épiderme a dis-

paru au moment de la maturité; quant à l'assise sous-épidermique, on peut constater que c'est seulement dans la partie des parois qui effectue quelque mouvement pendant la déhiscence qu'elle renferme des ornements en U régulièrement disposés (pl. 1, fig. 4). On voit en effet que dans les parties *a* elle se compose de cellules allongées verticalement et portant des ornements comparables à ceux du *Lychnis;* c'est grâce à l'allongement vertical des cellules, dû probablement à un accroissement intercalaire de l'anthère, que la base de l'U se trouve très longue par rapport aux branches radiales, qui sont d'ailleurs plus épaisses.

Sur les parties *b* des parois, qui ne prennent pas part à la déhiscence, on ne trouve plus que quelques ornements radiaux irrégulièrement disposés (pl. 1, fig. 5); les épaississements tangentiels de la face interne ont complètement disparu; il n'y a donc pas de raison pour qu'une courbure quelconque se produise.

4° *Nigella hispanica.* — Chaque loge de l'anthère s'ouvre par deux valves inégales (pl. 1, fig. 14 et 15) : l'une, la plus petite, s'enroule très fortement et assez régulièrement vers l'extérieur; l'autre, la plus grande, ne présente cet enroulement que sur ses deux bords, le long du connectif et de la ligne de déhiscence; toute la partie moyenne ne subit aucun changement de forme.

Au moment de la maturité et avant la déhiscence, l'assise fibreuse sous-épidermique ne présente aucune solution de continuité le long de la ligne de déhiscence; cette ligne est seulement indiquée par une légère diminution dans les dimensions des cellules et une adhérence plus faible entre deux files de cellules voisines (pl. 2, fig. 1). La déhiscence exige donc pour se produire une tension beaucoup plus forte que dans les cas où les bords des valves voisines sont séparés par quelques assises de cellules très peu résistantes, qui se brisent très facilement ou se résorbent même au moment de la maturité.

La face interne de l'assise fibreuse a une structure assez

homogène; elle est formée par une plaque ligneuse parsemée çà et là de petites perforations formées par une mince membrane cellulosique (pl. 1, fig. 18). Les parois radiales portent des bandes d'épaississement grosses et serrées qui, arrivées à la face externe, se comportent de façon différente, suivant la région de l'anthère que l'on considère. Sur toute la petite valve et sur la partie de la grande qui s'enroule vers l'extérieur, elles se terminent par de petits prolongements effilés, qui occupent une très faible partie de la paroi (pl. 1, fig. 16). La plus grande partie de la face externe des cellules fibreuses est donc formée de cellulose, tandis que la face interne est presque entièrement lignifiée; on conçoit donc l'enroulement des valves vers l'extérieur dans toutes les parties qui présentent cette structure.

Dans la partie moyenne de la grande valve, il en est autrement (pl. 1, fig. 17); les épaississements radiaux arrivés sur la face externe s'élargissent, se réunissent à leurs voisins et forment une plaque presque continue; on voit seulement quelques lignes de moindre épaisseur non lignifiées, qui convergent vers le centre de la paroi. Les deux faces des cellules présentent donc à peu près les mêmes quantités relatives de cellulose et de matière ligneuse; il n'y a donc pas de raison pour que la valve se recourbe d'une façon quelconque (pl. 2, fig. 2). Aussi voit-on en *m* (pl. 1, fig. 15), la valve conserver sa forme primitive.

5° *Delphinium orientale.* — Les étamines de la Dauphinelle se conduisent d'une manière tout à fait comparable à celles de la Nigelle (pl. 2, fig. 9 et 10); la petite valve et les deux bords de la grande se recourbent vers l'extérieur, tandis que le milieu de cette dernière ne change pas de forme. Dans les deux cas, il faut remarquer que la contraction des valves parallèlement à une section transversale est très faible; cela tient à ce que jamais les épaississements ne forment de bandes perpendiculaires à cette section, comme cela se voit généralement; ils sont toujours en forme de plaques ou de bandes parallèles à la section transversale; de cette façon la contrac-

tion de cette section est la même que celle des parties lignifiées qui la constituent presque entièrement.

Examinons d'abord la partie des valves qui se recourbe ; la face interne porte des bandes lignifiées parallèles à la section transversale et dont l'épaisseur et le nombre varient suivant la région que l'on considère ; sur les bords des valves, les bandes sont minces et non anastomosées (pl. 2, fig. 3) ; dans les autres parties, au contraire, elles deviennent beaucoup plus épaisses et se réunissent les unes aux autres de façon à former un réseau très serré (pl. 2, fig. 4).

La face externe présente, près de la partie extérieure des ornements radiaux, quelques points épaissis, mais peu lignifiés; en sorte que la face externe des cellules fibreuses contient bien moins de parties lignifiées que la face interne, et devra par conséquent se contracter davantage (pl. 2, fig. 6 et 7).

Quant à la partie de la grande valve qui ne se recourbe pas, elle présente à peu près la même disposition d'ornements sur les deux faces de l'assise fibreuse (pl. 2, fig. 5 et 8). Ce sont des bandes très épaisses soudées les unes aux autres, allant quelquefois jusqu'à former des plaques qui couvrent entièrement la paroi externe de la cellule. On voit donc que, dans ce cas encore, le recourbement des valves disparaît avec la cause qui l'avait produit.

6° *Borrago officinalis.* — Les quatre logettes de l'anthère sont complètement distinctes, au lieu d'être séparées seulement par une cloison plus ou moins persistante (pl. 2, fig. 12). L'assise de cellules fibreuses s'interrompt au fond du sillon qui sépare deux logettes, et c'est par la rupture de cette partie peu résistante que s'effectue la déhiscence. Dans la moitié des valves voisine du bord libre, les cellules sous-épidermiques portent des ornements spiralés également développés sur les deux faces (pl. 2, fig. 16) ; cette partie ne se recourbera donc pas pendant la déhiscence ; c'est ce qu'on peut constater sur la figure 11 (pl. 2), représentant la section d'une anthère ouverte. Sur l'autre moitié, au contraire, on voit les ornements s'épaissir sur la face interne, jusqu'à arriver au

contact les uns des autres et occuper la plus grande partie de la paroi, comme on le voit sur les figures 13 et 14 de la planche 2. Dans cette région, les valves devront donc se recourber vers l'extérieur.

La moitié des valves ne joue donc dans la déhiscence qu'un rôle passif; c'est ce qui explique la difficulté que ces anthères semblent parfois avoir à s'ouvrir; souvent, en effet, elles restent fermées sur une partie de leur longueur, ou même complètement dans les dernières fleurs de la saison.

Les dispositions qu'affectent les ornements des cellules fibreuses sont excessivement variées; quelques-unes, comme celles du Lychnis ou de la Mauve, sont très communes; d'autres, au contraire, ne se rencontrent que très rarement; mais dans tous les cas le but atteint est le même, la lignification est plus forte sur la face interne. Examinons quelques exemples :

7° Chez le *Calycanthus floridus* (pl. 1, fig. 10), les épaississements sont assez abondants sur les parois radiales; ils ne se prolongent pas sur la face externe des cellules, tandis que sur la face interne ils émettent de petits prolongements qui s'atténuent bien avant d'atteindre le centre de la paroi.

8° Chez l'*Iris germanica* (pl. 1, fig. 11, 12 et 13), les ornements sont plus minces; ils sont annelés ou en forme d'U. Sur les faces radiales et internes, ils sont très réguliers et équidistants, mais sur la face interne ils sont plus minces, plus rares et souvent incomplets, la partie médiane faisant défaut.

9° *Antirrhinum majus*. — Les anthères sont didymes; après la déhiscence, chaque demi-anthère présente l'aspect d'une plaque à peu près plane dont les bords sont légèrement recourbés vers l'intérieur; les deux valves ne se conduisent pas de la même façon (pl. 3, fig. 12 et 13); l'une, celle dont les parois sont les plus minces, se recourbe complètement vers l'intérieur; l'autre, au contraire, se recourbe vers l'extérieur jusqu'à devenir à peu près plane, et c'est seulement sur ses bords, qui sont très minces, qu'elle s'enroule vers

l'intérieur. On doit de plus remarquer que chaque partie de l'anthère se recourbe longitudinalement de façon que l'épiderme soit dans la partie concave.

Si l'on fait une coupe transversale, on voit que la couche fibreuse se compose de deux assises dans la partie des valves qui se recourbe vers l'extérieur, et d'une seule assise dans les autres parties. Sur toute la surface de l'anthère, la face externe de la couche fibreuse porte des ornements minces convergents vers le centre de la cellule (pl. 3, fig. 15 et 17). Sur la partie qui se recourbe vers l'extérieur, ces ornements sont encore plus minces qu'ailleurs et n'atteignent pas tout à fait le centre de la cellule; ils se prolongent dans les parois radiales des cellules, s'anastomosent de différentes façons dans le plancher qui sépare les deux assises de cellules fibreuses et arrivent enfin sur la face interne de l'assise interne; là ils sont notablement plus gros que sur la face externe et parallèles à une même direction, qui fait avec l'axe de la loge un angle de 30 à 40 degrés (pl. 3, fig. 14). Si donc on considère la contraction suivant cette direction, on voit qu'elle sera plus grande sur la face externe renfermant des ornements plus minces, ne traversant pas toute la cellule et dont quelques-uns seulement sont parallèles à la direction considérée : la valve devra donc se recourber vers l'extérieur. La ligne de plus grande courbure devant être parallèle aux ornements de la face interne, il s'ensuit que les valves devront aussi s'infléchir suivant leur longueur, comme nous l'avons remarqué plus haut.

Dans les parties de l'anthère où il y a une seule assise de cellules fibreuses, les ornements de la face interne sont très minces, assez rares, et leur direction, assez variable d'ailleurs, est le plus souvent inclinée à 45 degrés sur l'axe de l'anthère (pl. 3, fig. 16). Les ornements de la face externe sont plus nombreux et se rejoignent au centre de la cellule. Cette disposition explique aisément le reploiement des valves vers l'intérieur.

10° *Erythræa Centaurium.* — Un cas assez particulier se présente chez la Petite-Centaurée. L'anthère s'ouvre, comme

d'ordinaire, par deux fentes longitudinales, mais les bords seuls des valves se recourbent vers l'extérieur, la plus grande partie de l'anthère conservant sa forme primitive (pl. 2, fig. 18 et 19). En second lieu, il se produit un enroulement en spirale autour du connectif comme axe (pl. 2, fig. 17), les bords des valves étant à la périphérie du cylindre ainsi formé.

Ces différentes particularités peuvent aisément s'expliquer par l'étude de la structure de l'épiderme et de l'assise sous-épidermique. Examinons une section transversale : l'assise sous-épidermique renferme sur ses parois radiales et interne de nombreuses bandes d'épaississement, en sorte que dans une section, qui est toujours plus ou moins épaisse, ces parois paraissent entièrement lignifiées. La face externe reste mince et non lignifiée. En se rapprochant du bord des valves, ces cellules s'aplatissent de plus en plus et semblent être réduites à leur face interne, qui est elle-même très mince (pl. 2, fig. 21). C'est probablement à cause de cette réduction locale de l'assise sous-épidermique que M. Chatin croyait qu'elle manquait.

L'épiderme se compose de cellules beaucoup plus grandes; sur le bord des valves, elles sont allongées radialement et leurs parois, munies de petits épaississements au contact de l'assise sous-épidermique, sont uniquement composées de cellulose. La structure des cellules sous-épidermiques, qui ne contiennent de parties lignifiées que sur leur face interne, suffirait seule au besoin pour expliquer la courbure du bord des valves. Mais il est fort probable que l'épiderme joue aussi un rôle actif; les cellules qui le composent ont en effet des parois au moins aussi épaisses et aussi résistantes que celles de l'assise fibreuse, très réduite dans cette région. Il est donc naturel d'admettre que la grande contraction des cellules de l'épiderme contribue à la courbure de la valve.

Quoi qu'il en soit, on peut toujours dire que c'est l'épiderme qui, en changeant de nature, empêche les valves de se recourber dans le voisinage du connectif. Dans cette région, en effet, la paroi externe de l'épiderme se compose de trois couches

(pl. 2, fig. 20) : 1° une couche externe de cuticule ; 2° une couche moyenne lignifiée, qui se prolonge dans la partie supérieure des parois radiales ; 3° une couche interne en cellulose pure qui se continue par les parois radiales. Grâce à sa partie lignifiée, la face externe de l'épiderme se contractera aussi peu que la face interne de l'assise sous-épidermique, et il n'y aura pas courbure.

Pour se rendre compte de l'enroulement en spirale de l'anthère, il faut examiner la forme des ornements de la face interne des cellules fibreuses (pl. 3, fig. 1, 2 et 3). Près du connectif, ces cellules sont allongées et portent des spirales ou des cercles lignifiés ; la contraction parallèlement à l'axe sera donc très grande. Si l'on s'éloigne un peu du connectif, on voit que les ornements deviennent plus nombreux et s'anastomosent entre eux ; la contraction verticale sera donc un peu moins grande. Enfin, tout à fait dans le voisinage de la région qui se recourbe, les ornements se sont épaissis et couvrent la plus grande partie de la paroi interne : la contraction devra donc être moindre encore. Donc, plus on s'éloigne du connectif pour se rapprocher du bord des valves, plus faible est la contraction parallèlement à ce connectif. Les valves devront donc se contourner en spirale, de façon que le connectif occupe l'axe de la spirale et que le bord des valves se trouve à la périphérie.

11° *Rhinanthus major*. — Dans certaines anthères à déhiscence longitudinale, les cellules fibreuses sont localisées dans le voisinage des fentes ; telles sont la plupart des plantes parasites, comme les *Rhinanthus*, les *Melampyrum* et certaines Orchidées. Les mouvements effectués pendant la déhiscence sont alors assez faibles. Chez le *Rhinanthus major* par exemple, les deux lèvres de la fente s'écartent, mais ne se recourbent pas vers l'extérieur. Les cellules sous-épidermiques présentent, sur le bord libre des valves, des ornements annelés dont le plan est parallèle à l'axe de l'anthère. Cette disposition des anneaux ne diminue pas beaucoup la contraction suivant une section transversale, mais elle la rend beaucoup plus

faible parallèlement aux lignes de déhiscence. Si donc on considère la contraction suivant l'axe de l'anthère, on verra qu'elle est beaucoup plus forte dans la partie dépourvue d'ornements que sur le bord des valves ; de là une tension qui contribuera à la formation de la fente.

12° *Mahonia japonica*. — La déhiscence de l'anthère du *Mahonia* s'effectue, comme on sait, grâce au soulèvement de deux clapets qui se détachent du reste de l'anthère par leurs bords latéraux et inférieur et se relèvent en tournant autour de leur bord supérieur. L'épiderme a disparu au moment de la maturité, et il ne reste plus que l'assise de cellules fibreuses; le long de la ligne de déhiscence, ces cellules deviennent très petites, adhèrent faiblement les unes aux autres et manquent d'ornements; le soulèvement du clapet est ainsi facilité.

Vers le point où se produit la courbure, c'est-à-dire au sommet du clapet, on peut constater une très grande différence entre les ornements des deux faces (pl. 3, fig. 10 et 11). Sur la face externe, les ornements sont peu nombreux et disposés parallèlement à la charnière, ce qui favorisera la contraction dans une direction perpendiculaire. Sur la face interne, la contraction sera bien moindre, car les épaississements ont la forme de plaques étoilées qui couvrent la plus grande partie de la paroi. Il est facile de s'expliquer pourquoi la courbure est localisée au sommet du clapet; sur tout le reste de l'anthère, en effet, aussi bien sur le clapet que sur les parties latérales qui ne se soulèvent pas, les ornements sont à peu près les mêmes à l'intérieur et à l'extérieur; ils sont formés de bandes irrégulièrement disposées et anastomosées et présentent une disposition intermédiaire entre celles des deux faces de la charnière.

13° *Alopecurus agrestis*. — Chez les Graminées, l'anthère présente une structure très uniforme, quoique fort différente de celle des autres plantes. La cloison qui sépare les deux logettes est presque nulle et les quatre sacs polliniques restent distincts jusqu'au moment de la déhiscence. Il se produit

alors une fente au fond du sillon qui sépare deux logettes, et le bord de chaque valve, ainsi devenu libre, se recourbe plus ou moins vers l'extérieur ; pendant ce temps, les deux moitiés de l'anthère, liées seulement par leur milieu, se recourbent par leurs extrémités en s'éloignant l'une de l'autre de façon à présenter plus ou moins la forme d'un X (pl. 3, fig. 4).

Chez l'*Alopecurus*, qu'on peut prendre comme type, les parois de l'anthère se composent de deux assises de cellules, allongées dans des directions rectangulaires. Les cellules de l'épiderme sont parallèles à l'axe de l'anthère et celles de l'assise sous-épidermique sont transversales. Les cellules épidermiques sont à parois très minces, mais cependant résistantes, grâce à la cutinisation profonde qu'elles ont subie. Comme on le voit (pl. 3, fig. 5), la face externe de ces cellules, bombée en son milieu, est surbaissée sur ses bords, en sorte que les parois qui séparent deux cellules ont une très faible hauteur. Ces parois radiales portent des ornements de forme spéciale (pl. 3, fig. 6). Ce sont des épaississements à la fois très développés dans un plan perpendiculaire à la direction de la cellule, et très minces dans une direction perpendiculaire; ils se relient aux faces tangentielles de la cellule, formant ainsi des cloisons incomplètes (*a*) dont le bord libre affecte à peu près la forme d'un arc de cercle. Le genre *Alopecurus* est un de ceux où ces ornements sont le plus développés. Chez le *Lolium*, par exemple, ils sont à peine indiqués.

L'assise sous-épidermique, formée, comme nous l'avons vu, de cellules allongées transversalement, est excessivement surbaissée et présente un aspect différent suivant la région de l'anthère que l'on considère. Sur les bords des valves, elles sont plus étroites et portent des ornements beaucoup plus nombreux. Dans une vue de face, ceux-ci apparaissent comme de petites lignes perpendiculaires aux parois radiales et se terminant par un renflement (pl. 3, fig. 5 et 7, *h*); ils correspondent, comme dans l'épiderme, à de petites cloisons incomplètes, qui, minces dans leur partie voisine de la paroi radiale des cellules, s'épaississent dans le voisinage de leur bord libre

pour donner cette apparence de renflement que nous avons constatée. Lorsqu'on fait une coupe transversale, on voit ces cloisons incomplètes par leur tranche; elles ressemblent à la section d'autant de vraies cloisons, et une même cellule, coupée suivant sa longueur, semble divisée en un grand nombre de petites cellules. La paroi interne de l'assise sous-épidermique est d'ailleurs toujours épaissie et lignifiée; la lignification se continue dans la partie épaissie des parois incomplètes.

Si l'on s'éloigne des bords de la valve, les cellules changent un peu de forme, elles sont plus larges, beaucoup plus surbaissées et les fausses cloisons sont plus irrégulières, mais s'avancent bien moins dans l'intérieur de la cellule; en revanche, les parois radiales deviennent excessivement épaisses; leur épaisseur est quelquefois comparable à la largeur d'une cellule, tellement que si l'on examine une section transversale coupant cette paroi, il semble que l'assise sous-épidermique n'existe pas et que la section de la paroi radiale de l'assise sous-épidermique n'est autre chose que la paroi interne de l'épiderme. Sur le bord de la valve en rapport avec le connectif, les cellules deviennent longitudinales sur une ou deux assises, sans changer notablement de forme.

Étant donnée cette structure de l'anthère, on peut se rendre compte des différents mouvements observés : l'ouverture des loges et leur courbure en X. Pour expliquer le plus ou moins grand retournement des valves vers l'extérieur, on peut invoquer la même raison que pour les anthères ordinaires, la face interne de l'assise sous-épidermique étant la seule épaissie et lignifiée; on conçoit cependant que dans ce cas l'effet de cette première cause doive être moins considérable que dans les autres anthères; nous avons en effet remarqué que les portions de paroi qui ne sont pas lignifiées présentent cependant une certaine rigidité et ne sont pas molles comme chez les autres plantes; la différence de contraction entre les deux faces sera donc moindre. Mais il existe une autre cause, dont l'effet sera d'autant plus considérable que celui de la première sera moindre; les parois de l'anthère sont en effet formées de

deux assises de cellules allongées dans des directions rectangulaires; en section transversale, les cellules allongées sont à l'intérieur; il devra donc se produire une courbure vers l'extérieur. On peut objecter que l'épiderme n'est pas lignifié comme l'assise sous-épidermique et que par conséquent les contractions de ces deux assises ne sont pas comparables; aussi n'ai-je pas l'intention d'assimiler complètement le cas de l'anthère des Graminées à celui de certains fruits où toutes les parties sont également lignifiées; mais les deux cas seront d'autant plus comparables que la consistance des cellules épidermiques se rapprochera plus de celle du bois, et comme nous avons vu que cette consistance était assez forte, il en résulte qu'on peut donner la disposition croisée des cellules, sinon comme la seule cause de la déhiscence de l'anthère, du moins comme une des composantes qui concourent au but final.

De plus, cette disposition des cellules pourrait servir à expliquer la forme d'X que prend l'anthère après la déhiscence. Si l'on considère en effet la disposition des cellules dans une section longitudinale de la paroi, on verra qu'une seconde courbure sera possible où l'épiderme devra se trouver sur la face convexe, comme cela existe dans la courbure en X. L'existence de cellules longitudinales, signalées dans l'assise sous-épidermique près du connectif, peut aussi être regardée comme une cause de cette courbure. La partie voisine du connectif devra en effet se contracter moins que le reste des valves qui renferme des cellules transversales et se trouver par conséquent sur la face convexe de la courbure.

On voit donc que les anthères des Graminées diffèrent notablement de celles des autres familles; la résistance de certaines parties diminue l'efficacité de la cause qui nous a suffi à expliquer la déhiscence des autres anthères, en même temps qu'elle rend possible une autre explication qui rapprocherait dans une certaine mesure le mécanisme de la déhiscence des anthères de celui qui a été étudié dans les fruits à péricarpe sec.

14° *Taxus baccata.* — Les étamines des Gymnospermes por-

tent un nombre variable de sacs polliniques dont la structure, tout à fait comparable à celle d'une loge d'anthère d'Angiospermes chez l'If, se modifie peu à peu jusqu'à ressembler tout à fait, chez les Cycadées, à un sporange de Fougère. Chez les Conifères l'épiderme a disparu ; sur une étamine adulte, il ne reste plus que l'assise sous-épidermique qui porte des ornements ligneux de nature à favoriser la déhiscence.

L'étamine de l'If est formée de 4-6 sacs polliniques réunis autour d'un axe central; au moment de la maturité, la paroi de chaque sac opposée à l'axe se détache latéralement et inférieurement de cet axe et se recourbe en dehors et en haut, de façon à tourner autour de son point d'insertion supérieur. Les cellules de l'assise sous-épidermique sont allongées verticalement et portent ses ornements en forme d'U assez éloignés les uns des autres. Le plan de ces ornements étant parallèle à une section transversale, la contraction verticale sera très grande; comme d'ailleurs elle est plus forte sur la face externe que sur la face interne à cause de la disposition des U, on conçoit comment se produit la courbure et, par suite, le relèvement de chacune des valves.

15° *Pinus maritima.* — Chez les Pins, chaque étamine porte deux sacs polliniques qui s'ouvrent par une fente longitudinale. L'assise de cellules qui constitue la paroi adulte porte sur ses cloisons radiales des épaississements ligneux assez nombreux qui se prolongent plus ou moins sur la face interne, tandis qu'ils ne s'avancent pas sur la face externe (pl. 3, fig. 8) ; cette dernière face devra donc se contracter plus que la première. C'est là une première cause de la déhiscence, mais ce n'est probablement pas la plus importante.

Une autre cause réside dans la forme même des cellules (pl. 3, fig. 8 et 9) ; le long de la ligne de déhiscence, elles sont très allongées parallèlement à cette ligne et portent des ornements très nombreux ; sur la partie médiane des valves, les cellules sont bien moins allongées, presque isodiamétriques, et leurs ornements sont moins nombreux. La contraction pa-

rallèlement à la ligne de déhiscence sera donc plus faible sur le bord des valves qu'en leur milieu, ce qui favorisera la production de la fente. Dans l'étude de la déhiscence des fruits, on a vu des exemples nombreux de cette disposition.

2° CAS D'UNE COUCHE FIBREUSE COMPOSÉE DE PLUSIEURS ASSISES DE CELLULES.

Dans ce cas, la déhiscence s'effectue toujours suivant les mêmes lois que dans le cas précédent; mais la disposition des ornements est un peu plus compliquée. En examinant les parois des anthères par transparence, on peut voir les bandes d'épaississement que portent la face interne et la face externe de la couche fibreuse et c'est là le plus important, car des différences de contraction de ces deux faces il résulte la courbure des valves. Les coupes indiquent clairement la marche des épaississements dans les parois radiales, mais elles ne donnent que des renseignements assez incomplets sur la structure des planchers intermédiaires entre les différentes assises de cellules.

Ce caractère de la couche fibreuse d'être composée de plusieurs assises ne paraît pas avoir une plus grande importance au point de vue morphologique qu'au point de vue physiologique. Dans un même genre, certaines espèces peuvent n'avoir qu'une seule assise de cellules fibreuses (*Iris germanica*) et d'autres jusqu'à cinq ou six assises (*Iris pseudo-Acorus*). Dans une même anthère, la moitié des valves voisine de la fente ne présente quelquefois qu'une seule assise, tandis que la moitié voisine du connectif en présente plusieurs (*Antirrhinum*). C'est surtout dans ces anthères à couches fibreuses épaisses qu'on peut enlever l'épiderme pour montrer qu'il n'a dans la déhiscence qu'un rôle absolument passif. Examinons rapidement quelques-uns de ces cas.

1° *Digitalis purpurea*. — La couche fibreuse se compose de deux ou trois assises. La face interne porte des bandes d'épais-

sissement nombreuses et irrégulièrement disposées, elles se continuent dans les parois radiales, s'entre-croisent dans les planchers intermédiaires et se terminent en arrivant au contact de la face externe, qui se trouve ainsi composée uniquement de cellulose. La raison de la courbure des valves est donc bien évidente.

2° *Nicotiana Tabacum.* — Chez cette espèce, les deux faces portent des ornements; ceux de la face externe (pl. 3, fig. 21) sont tous disposés parallèlement à l'axe de l'anthère et par conséquent permettent une grande contraction suivant la section transversale; tandis que ceux de la face interne (pl. 3, fig. 20) sont plus épais et orientés de façon différente; les uns sont semblables à ceux de la face externe, les autres sont anastomosés ou forment des plaques étoilées comme dans les cellules en griffe; la contraction suivant la section transversale devra donc être moins grande que sur la face externe. On peut, en comparant les deux figures 18 et 19 (pl. 3), faites à la même échelle et représentant une section avant et après la déhiscence, remarquer qu'en valeur absolue cette contraction est très grande.

On peut expliquer d'une façon analogue la déhiscence des anthères de la Belladone et de la Jusquiame.

3° *Datura Stramonium.* — Le cas du *Datura Stramonium* est aussi comparable à ceux que nous venons d'examiner, et la contraction suivant la section transversale y est encore plus grande (pl. 4, fig. 1 et 2). Cela tient à ce que tous les ornements sont des anneaux dont les plans sont parallèles à l'axe de l'anthère. Sur la face externe, ces ornements sont beaucoup plus rares que sur la face interne (pl. 4, fig. 3 et 4).

4° *Iris pseudo-Acorus.* — Pendant la déhiscence, les valves ne se recourbent pas sensiblement (pl. 4, fig. 5 et 6); les bords libres s'écartent seulement l'un de l'autre, grâce à une très grande contraction transversale.

La couche fibreuse se compose de cinq ou six assises de cellules (pl. 4, fig. 7), portant de nombreux ornements annelés ou spiralés. Les deux faces des cellules étant également ligni-

fiées, les valves ne devront pas se recourber, et tous les ornements étant dans des plans parallèles à l'axe, la contraction suivant la section transversale sera très grande. Les cellules fibreuses se trouvent en grande quantité dans le connectif et dans la cloison qui sépare deux logettes; mais là, l'orientation des bandes d'épaississement devient irrégulière, la contraction transversale sera donc bien moindre que dans les valves. Sans cette circonstance, la large fente par où le pollen s'échappe ne pourrait se produire, car la section se contractant également dans toutes ses parties n'éprouverait pas un si grand changement de forme. Mais en réalité la partie voisine du connectif ne changeant pas sensiblement de forme peut être considérée comme un point fixe sur lequel s'appuient les valves en se rétractant.

3° STRUCTURE DE LA LIGNE DE DÉHISCENCE.

Les lignes de déhiscence se trouvent toujours à la même place sur les anthères de même espèce; on peut se demander quels sont les caractères anatomiques qui déterminent sa position. En général, la couche fibreuse est interrompue vis-à-vis de la cloison qui sépare les deux logettes et est remplacée par des cellules à parois très molles qui, au moment de la maturité, présentent une très faible résistance et paraissent même dans certains cas se résorber en partie avant la déhiscence. Dans des cas plus rares (*Nigella*, *Delphinium*), la couche fibreuse ne subit aucune solution de continuité (pl. 2, fig. 1); on peut cependant voir que les cellules qui doivent se séparer sont un peu plus petites que les autres et présentent entre elles une adhérence plus faible. Là encore, la ligne de déhiscence est indiquée par une plus faible résistance des tissus; mais on conçoit que, dans ce dernier cas, la déhiscence exige pour se produire une plus grande tension; on peut donc, sous ce rapport, comparer la déhiscence de l'anthère de la Dauphinelle à celle des fruits ruptiles, tels que ceux des Euphorbiacées.

On a quelquefois signalé le long des lignes de déhiscence l'existence d'un méristème secondaire comparable à celui qui favorise la chute des feuilles et qui, par son fonctionnement, préparerait l'ouverture des loges. L'existence de ce méristème n'est certainement pas générale. Dans les cas où la couche fibreuse ne subit pas de solution de continuité, il est très facile de vérifier qu'il n'existe pas. Dans les cas contraires, je n'ai pas vu non plus de méristème secondaire, mais mes observations, sur ce point spécial, ne sont pas assez nombreuses pour me permettre de tirer une conclusion générale.

III

DÉHISCENCE PORICIDE.

La déhiscence poricide a souvent été regardée comme essentiellement différente de la déhiscence longitudinale. M. Chatin croyait qu'elle était ordinairement en relation avec l'absence des bandes d'épaississement dans les assises sous-épidermiques; mais des exceptions ont été signalées à cette règle, notamment par M. Van Tieghem chez certaines Aroïdées. Une opinion assez répandue, c'est que les pores se forment par résorption de certains tissus, au lieu d'être produits par l'écartement de deux lèvres, comme cela s'observe dans la déhiscence longitudinale. Nous verrons que cette manière de voir est fondée pour certains cas, tels que celui de la Bruyère ; mais pour la majorité des anthères, les pores se forment par le même procédé que les fentes longitudinales et on peut dire que ce sont des fentes localisées au sommet de la loge. C'est donc encore dans ce cas à l'inégalité de la contraction entre les parties ligneuses et les parties cellulosiques qu'il faut attribuer la déhiscence de l'anthère.

Quant à la prétendue relation qui existerait entre l'absence de cellules fibreuses et la déhiscence poricide d'une part, entre la présence de ces cellules et la déhiscence longitudinale d'autre part, elle se vérifie dans de très nombreux cas,

mais elle n'a rien de nécessaire. C'est la forme des cellules fibreuses qui détermine le mode de déhiscence et non pas seulement leur présence. Chaque fois que les parois de l'anthère seront formées de cellules fibreuses inégalement lignifiées sur leurs deux faces, comme je l'ai décrit dans de nombreux cas, il y aura déhiscence longitudinale; de même, si ces cellules n'existent qu'au sommet de l'anthère, la déhiscence ne se produira qu'au sommet, elle sera poricide; enfin, si tout en existant tout le long de l'anthère, les cellules fibreuses ne présentent une forme et une disposition favorables à la déhiscence qu'en un point, la déhiscence sera encore poricide. Il reste bien encore peut-être quelques exceptions à ces règles générales, car, si la déhiscence dépend surtout des ornements des cellules fibreuses, il y a aussi bien des causes secondaires qu'il ne faut pas négliger, comme la plus ou moins grande adhérence des cellules vers le milieu de la loge, la plus ou moins grande quantité de tissus mous qui se trouve vis-à-vis de la cloison, etc. Chaque cas particulier mérite donc un examen spécial, surtout lorsque la structure de l'anthère s'éloigne du type normal, comme dans la plupart des anthères à déhiscence poricide.

1° CELLULES FIBREUSES SUR TOUTE LA LONGUEUR DE L'ANTHÈRE.

1° *Richardia*. — J'examinerai d'abord le cas du *Richardia africana*, parce que c'est celui qui se rapproche le plus du cas normal. Les étamines, très serrées les unes contre les autres, présentent à leur sommet, qui seul est libre, deux petits pores correspondants aux deux loges de l'anthère. Le connectif, exclusivement formé de cellules molles, est très développé par rapport aux loges; les parois de celles-ci sont formées de l'épiderme et d'une ou deux assises de cellules fibreuses portant les mêmes ornements sur leurs deux faces; ces ornements se réduisent d'ailleurs à de petits prolongements des bandes radiales qui se dirigent vers le centre de la paroi, mais ne

l'atteignent pas. De plus, cette couche fibreuse est continue vis-à-vis la cloison qui sépare les deux logettes. Cette dernière circonstance, jointe à cette autre que les anthères sont très pressées les unes contre les autres, rendrait la déhiscence longitudinale bien difficile, même si la couche fibreuse avait été de nature à la favoriser.

Dans la partie supérieure de l'anthère, les circonstances sont tout autres; la couche fibreuse s'interrompt le long de la ligne médiane de la loge et elle y est remplacée par des tissus mous; au lieu d'être recouverte seulement par l'épiderme, elle se trouve entourée de plusieurs assises de cellules molles et enfin elle ne présente plus la même homogénéité que dans la partie inférieure. Vers l'intérieur, les ornements sont plus serrés et plus épais que vers l'extérieur; la contraction sera donc plus forte de ce côté. La courbure ainsi produite, jointe à la grande contraction et à la faible résistance des tissus mous qui forment une grande partie des parois, est suffisante pour expliquer la formation des pores qu'on observe au sommet de l'anthère.

2° *Dianella divaricata.* — Chez cette plante aussi la couche fibreuse existe tout le long de l'anthère; elle est formée d'une seule assise de cellules spiralées qui, par conséquent, présentent les mêmes ornements sur leurs deux faces; de plus, elle est continue tout autour de la loge; la déhiscence longitudinale ne peut donc pas se produire.

Vers le sommet de l'anthère, la continuité de la couche fibreuse est interrompue par plusieurs assises de cellules molles. Une rupture en ce point sera donc facile et elle sera provoquée par ce fait que l'axe des cellules spiralées étant transversal, la contraction des parois parallèlement à une section transversale sera très grande et produira une tension suffisante pour vaincre la résistance de quelques cellules molles et faiblement adhérentes entre elles.

2° CELLULES FIBREUSES LOCALISÉES AU SOMMET DE L'ANTHÈRE.

1° *Solanum*. — La plus grande partie de l'anthère est dépourvue de cellules fibreuses; c'est au sommet seulement qu'on les rencontre; elles forment alors dans la paroi une assise qui s'interrompt vis-à-vis de la cloison et se prolonge dans le connectif, qu'elle occupe presque complètement. Les ornements qu'elle porte, assez irréguliers d'ailleurs, ont la forme de spirale, d'ovale, ou quelquefois d'U dont la base est sur la face intérieure; de plus, les bandes d'épaississement de la face interne sont plus larges que sur la face externe; au moment de la dessiccation, ce sera donc cette dernière face qui se contractera le plus et c'est ainsi que se formera au sommet de l'anthère un commencement de fente. Comme les épaississements tangentiels des cellules fibreuses sont à peu près parallèles à la section transversale, la contraction sera très grande dans le sens vertical; c'est ce qui explique pourquoi la partie supérieure des pores, situés tout à fait au sommet de l'anthère, est beaucoup plus élargie que la partie inférieure.

2° *Zea Mays* (pl. 4, fig. 8). — La structure est essentiellement la même chez le Maïs que chez les autres Graminées; mais les épaississements de l'assise fibreuse sous-épidermique ont disparu sur presque toute la surface; c'est seulement au sommet qu'on les retrouve. L'assise sous-épidermique se compose donc dans la plus grande partie de l'anthère de cellules allongées transversalement et à parois uniformément minces et non lignifiées; autour des pores, ces cellules deviennent plus petites, polygonales, et leur face interne porte des épaississements ligneux présentant la forme de plaques ou de bandes plus ou moins anastomosés, qui se prolongent dans les parois radiales (pl. 4, fig. 9). La face externe de l'assise devra donc dans cette région se contracter plus que la face interne; de là, la production d'un pore tout à fait comparable, cette fois encore, à une fente longitudinale réduite à une de ses extrémités.

3° CELLULES EN PARTIE LIGNIFIÉES ET SANS ORNEMENTS.

Cassia eremophila. — Chez les Casses, on ne trouve pas de cellules fibreuses proprement dites; ces éléments sont remplacés au point de vue de leur rôle par des cellules occupant la même position, dont les parois dépourvues d'ornements ne sont pas également lignifiées sur toutes leurs faces. La déhiscence se produit au sommet par deux pores, qui semblent se prolonger tout le long de l'anthère par deux fentes suivant la ligne médiane des loges (pl. 4, fig. 10 et 11); mais ces fentes n'intéressent que la partie superficielle des tissus, sans atteindre la partie interne des parois.

Étudions la structure des parois de l'anthère dans la partie correspondante aux pores (pl. 4, fig. 14) : sous un épiderme comparable à celui des anthères ordinaires, se trouve une assise de cellules quadrangulaires assez régulières; de part et d'autre de la ligne médiane de chaque loge, elles sont très allongées radialement; leur paroi interne est épaisse et lignifiée; leur paroi externe mince est peu ou pas lignifiée et les parois radiales servent de transition entre les deux; de plus, ces cellules s'interrompent vis-à-vis de la cloison pour laisser place à du parenchyme formé d'un assez grand nombre d'assises de cellules à parois molles. A mesure qu'on se rapproche du connectif, les cellules de l'assise sous-épidermique sont de moins en moins allongées radialement et la différence de lignification entre les parois interne et externe ne tarde pas à devenir nulle. A l'intérieur de cette assise, on trouve, seulement dans le voisinage de la cloison, des assises de cellules lignifiées isodiamétriques.

Ceci posé, il est facile de concevoir que l'assise de ces cellules radiales inégalement lignifiées sur leurs deux faces se contractera plus vers l'extérieur que vers l'intérieur, et par conséquent se recourbera vers l'extérieur. Comme d'ailleurs la partie médiane de la loge n'oppose qu'une très faible résistance, il y aura formation de pores.

Que se passe-t-il dans la région inférieure de l'anthère? La structure reste à peu près la même (pl. 4, fig. 15); les cellules radiales sont un peu moins allongées vers le milieu de la loge, et, ce qui est plus important, la continuité entre la partie ligneuse d'une même loge est établie par une assise de petites cellules lignifiées qui réunit les cellules radiales de chaque logette. En section transversale, cette assise présente la forme d'un arc de cercle passant par-dessous le massif de cellules molles que nous avons vu occuper la partie médiane de la loge. Il suit de là que, lorsque la dessiccation aura lieu, l'assise de cellules radiales, par suite de l'inégale contraction de ses deux faces, se recourbera vers l'extérieur, le tissu mou sera déchiré comme dans la partie déhiscente (pl. 4, fig. 12 et 13); l'écartement des deux lèvres redressera l'arc de cercle ligneux qui les réunit, mais il sera insuffisant pour le rompre; c'est pourquoi la paroi ne sera pas complètement rompue et les fentes resteront localisées au sommet de l'anthère.

On peut facilement se rendre compte de ce double mouvement par une expérience bien simple; on fait une section transversale dans cette partie de l'anthère, et on l'observe au microscope alternativement imbibée d'eau et desséchée. On voit alors les différents mouvements indiqués se produire exactement de la façon que l'étude anatomique nous avait fait prévoir.

On voit donc que, dans ce cas tout à fait exceptionnel, les causes efficientes de la déhiscence sont les mêmes tout le long de l'anthère; grâce à ces causes, une fente longitudinale commence à se produire, mais une cause surajoutée met obstacle à l'achèvement de cette fente dans la plus grande partie.

4° PAS DE CELLULES FIBREUSES.

Erica cinerea. — Chez la Bruyère, le mécanisme de la formation des pores est tout autre. On ne voit plus le décollement, puis la séparation des deux lèvres, mais bien la résorp-

tion complète de certains tissus; en sorte que, lorsque l'anthère est une fois ouverte, on ne peut plus la faire refermer, quelles que soient les conditions de milieu où on la place.

Si l'on considère l'androcée d'une Bruyère bien avant l'épanouissement de la fleur (pl. 4, fig. 17 et 18), on verra qu'il se compose de huit étamines, dont les anthères sont partagées longitudinalement en deux parties distinctes correspondant aux deux loges et réunies seulement au filet par leur partie inférieure; les deux moitiés voisines de deux anthères consécutives sont soudées entre elles sur plus de la moitié de leur longueur; en sorte que chaque ensemble de deux demi-anthères, correspondant à l'intervalle de deux filets, présente l'aspect d'une seule et même anthère formée de quatre logettes. Lorsque l'étamine approche de sa maturité, l'épiderme, formé de cellules très sinueuses (pl. 4, fig. 19), se durcit par cutinisation sur toute la surface externe, tandis que la cloison mitoyenne des deux demi-anthères reste très peu résistante et ne tarde pas à disparaître en même temps que la cloison qui séparait deux logettes. Par ce seul fait, les anthères se trouvent en même temps séparées les unes des autres et percées de pores très développés, qui serviront à la sortie du pollen.

Chez les *Azalea*, les *Rhododendron* et les *Melastoma*, il n'en est point de même; les anthères sont toujours indépendantes les unes des autres, les pores se forment en leur sommet et non pas latéralement comme chez la Bruyère. Il y a résorption de quelques cellules moins résistantes que les autres et les bords des pores ainsi formés sont un peu repliés vers l'intérieur.

C'est donc seulement dans ce cas, point général du tout dans les anthères poricides, que les pores sont formés sans le secours de cellules fibreuses et par simple résorption de tissus.

CONCLUSIONS.

L'étude qui précède vient de démontrer qu'il existe toujours, entre la structure d'une anthère et son mode de déhiscence, un rapport constant qui permet de déduire, d'après l'examen de ses tissus, la forme de l'anthère ouverte; ce rapport repose sur la loi suivante :

Toutes choses égales d'ailleurs, les parois cellulaires formées de cellulose pure se contractent plus, sous l'action de la dessiccation, que les parois lignifiées.

La déhiscence des anthères est donc simplement une conséquence d'une propriété physique de la membrane cellulaire; en cela elle doit être rapprochée de la déhiscence des fruits secs. Dans les deux cas, les conditions extérieures qui favorisent la déhiscence, c'est-à-dire la sécheresse de l'air, sont les mêmes, mais les propriétés de la membrane utilisées sont différentes. Dans les fruits, on a considéré la différence de contraction d'éléments ligneux de même composition chimique, mais de forme différente; dans les anthères, au contraire, c'est l'inégale contraction des parties lignifiées et des parties non lignifiées qui produit la déformation des valves.

Pour que cette inégalité de contraction puisse être utilisée pour la déhiscence, une disposition particulière des portions de parois lignifiées était nécessaire. Dans le cas de la déhiscence longitudinale, c'est toujours dans l'assise sous-épidermique que cette disposition se trouve réalisée et cela de façons très différentes. Ce qu'il y a de constant dans la disposition des ornements, c'est que, si l'on considère une anthère ouverte, la face concave de l'assise fibreuse renferme moins d'éléments lignifiés que la face convexe.

C'est donc la couche sous-épidermique, appelée couche fibreuse, qui, grâce aux ornements de ses cellules, joue le rôle actif dans le phénomène de la déhiscence, tandis que l'épiderme reste absolument passif et suit simplement les mouvements des couches sous-jacentes.

Dans la majorité des cas (*Solanum*, *Richardia*, etc.), la déhiscence poricide est en tout comparable à la déhiscence longitudinale; elle s'opère sous l'action de la dessiccation, grâce à la structure des cellules fibreuses plus ou moins localisées dans le voisinage du pore. Dans le cas des Éricacées, au contraire, les cellules fibreuses manquent et le pore se forme par résorption d'une partie des parois.

(Ce travail a été fait au laboratoire des recherches botaniques de l'École Normale supérieure.)

EXPLICATION DES PLANCHES.

Toutes les figures représentant une assise de cellules vues de face sont disposées de telle sorte que l'axe de l'anthère soit vertical, excepté pour les figures concernant le *Delphinium*, où il est horizontal.

Les parties lignifiées sont indiquées par des teintes plates.

Lorsque deux figures représentent, l'une la section d'une anthère fermée, l'autre la section de la même anthère ouverte, elles sont orientées de la même façon et faites à la même échelle.

Les lettres suivantes ont toujours la même signification : *e*, épiderme; *f*, cellules fibreuses; *t*, bande d'épaississement tangentielle; *r*, bande d'épaississement radiale; r_1, point d'affleurement des ornements radiaux; *l*, partie lignifiée; *c*, partie non lignifiée.

PLANCHE 1.

Lychnis dioica.

Fig. 1. Face interne de l'assise fibreuse.
Fig. 2. Face externe de l'assise fibreuse.

Helianthus annuus.

Fig. 3. Coupe transversale de l'androcée après la déhiscence.
Fig. 4. Face interne de l'assise fibreuse dans la région *a* de l'anthère (fig. 3),
Fig. 5. Face quelconque de l'assise fibreuse dans la région *b* de l'anthère (fig. 3).

Malva sylvestris.

Fig. 6. Face interne de l'assise fibreuse.

Aquilegia vulgaris.

Fig. 7. Face externe de l'assise fibreuse.
Fig. 8. Face interne.

Erodium Hymenades.

9. Face interne de l'assise fibreuse montrant le passage des cellules à griffe aux cellules à parois uniformément lignifiées.

Calycanthus floridus.

Fig. 10. Face interne de l'assise fibreuse.

Iris germanica.

Fig. 11. Face interne de l'assise fibreuse.
Fig. 12. Face externe.
Fig. 13. Coupe transversale dans la paroi de l'anthère : *b*, section des bandes d'épaississement horizontales.

Nigella hispanica.

Fig. 14. Section de l'anthère fermée.
Fig. 15. Section de l'anthère ouverte.
Fig. 16. Face externe de l'assise fibreuse dans la partie contournée.
Fig. 17. Face externe de l'assise fibreuse dans la partie non enroulée de la valve en *m* (fig. 15).
Fig. 18. Face interne de la partie enroulée.

PLANCHE 2.

Fig. 1. Section transversale de l'assise fibreuse dans le voisinage de la ligne de déhiscence : *d*, ligne de moindre résistance suivant laquelle aura lieu la déhiscence.
Fig. 2. Même figure pour la partie non recourbée de la valve : *g*, parties minces des parois horizontales : *a*, cellule fibreuse.

Delphinium orientale.

Fig. 3. Face interne de l'assise fibreuse sur le bord des valves.
Fig. 4. Même figure dans une partie plus éloignée du bord des valves, mais toujours dans la partie recourbée.
Fig. 5. Face interne de la partie non recourbée des valves en *m* (fig. 9); la face externe est identique; mêmes notations.
Fig. 6. Face externe de l'assise fibreuse dans la partie recourbée.
Fig. 7. Coupe transversale des valves dans une partie recourbée : *a*, assise fibreuse.
Fig. 8. Même figure pour la partie non recourbée.
Fig. 9. Section d'une anthère ouverte.
Fig. 10. Section d'une anthère fermée.

Borrago officinalis.

Fig. 11. Section d'une anthère ouverte.
Fig. 12. Section d'une anthère fermée.

Fig. 13. Section dans la partie recourbée des valves : *g*, paroi externe des cellules; *h*, section des ornements tangentiels; *m*, partie lignifiée de la paroi interne.

Fig. 14. Face interne de la partie recourbée des valves: *p*, paroi des cellules.

Fig. 15. Face externe de la même partie.

Fig. 16. Face externe ou interne de la partie non recourbée.

Erythræa Centaurium.

Fig. 17. Étamine après la déhiscence.

Fig. 18. Section d'une anthère fermée.

Fig. 19. Section d'une anthère ouverte.

Fig. 20. Section transversale dans la partie non recourbée des valves : *l*, parties lignifiées de la paroi externe de l'épiderme.

Fig. 21. Même figure pour la partie recourbée des valves en *b* (fig. 19).

PLANCHE 3.

Fig. 1. Face interne de la couche fibreuse dans la partie voisine du connectif en *c* (pl. 2, fig. 19).

Fig. 2. Même figure en *d*.

Fig. 3. Même figure en *h*.

Alopecurus agrestis.

Fig. 4. Anthère ouverte.

Fig. 5. Section transversale faite dans le bord d'une valve : *g* et *h*, vue des ornements de l'assise fibreuse indiqués dans la figure 7 en *g* et *h*; *a*, épaississement des parois radiales de l'épiderme.

Fig. 6. Face externe de l'épiderme : *a* épaississement des parois radiales de l'épiderme.

Fig. 7. Face interne de l'assise fibreuse: *g*, ornements radiaux qui portent les cellules voisines du bord des valves; *h*, ornements des cellules éloignées du bord des valves; *p*, parois des cellules.

Pinus maritima.

Fig. 8. Face interne de l'assise fibreuse dans une partie de l'anthère éloignée du bord des valves : *h*, ornements des parois tangentielles.

Fig. 9. Face externe de l'assise fibreuse sur le bord d'une valve.

Mahonia japonica.

Fig. 10. Face externe de l'assise fibreuse vers la charnière.

Fig. 11. Face interne vers le même point.

Antirrhinum majus.

Fig. 12. Section d'une demi-anthère fermée.

Fig. 13. Section d'une demi-anthère ouverte.

Fig. 14. Face interne de la couche fibreuse dans la partie non recourbée en dehors en *a* (fig. 13).

Fig. 15. Face externe dans la même partie : *p*, paroi des cellules.

Fig. 16. Face interne dans la partie recourbée en dedans en *b* (fig. 13).

Fig. 17. Face externe dans la même partie.

Nicotiana Tabacum.

Fig. 18. Section de l'anthère fermée.

Fig. 19. Section de l'anthère ouverte.

Fig. 20. Face interne de la couche fibreuse.

Fig. 21. Face externe de la même couche.

Planche 4.

Datura Stramonium.

Fig. 1. Section de l'anthère fermée.

Fig. 2. Section de l'anthère ouverte.

Fig. 3. Face externe de la couche fibreuse.

Fig. 4. Face interne de la même couche.

Iris pseudo-Acorus.

Fig. 5. Section de l'anthère ouverte.

Fig. 6. Section de l'anthère fermée.

Fig. 7. Vue d'une section transversale dans la couche fibreuse ; *h*, section des ornements tangentiels.

Zea Mays.

Fig. 8. Extrémité d'une anthère ouverte : *p*, pore.

Fig. 9. Section transversale dans une partie de l'anthère voisine du pore : *h*, section des ornements tangentiels des cellules fibreuses.

Cassia eremophila.

Fig. 10. Anthère ouverte : *p*, pore ; *g*, fente qui prolonge le pore dans la partie externe des parois.

Fig. 11. Vue de face de l'extrémité d'une anthère : *p*, pore.

Fig. 12. Section transversale d'une anthère non desséchée, dans la partie indéhiscente.

Fig. 13. Même figure après dessiccation.

Fig. 14. Section transversale de l'anthère dans la partie déhiscente : *b*, cellules sous-épidermiques à parois plus ou moins lignifiées ; *m*, cellules à parois molles qui se déchireront lors de la formation du pore.

Fig. 15. Section transversale dans la partie indéhiscente : *d*, cellules ligneuses qui empêchent l'anthère de s'ouvrir ; ces cellules se trouvent en *d* dans les figures 12 et 13.

Erica cinerea.

Fig. 16. Anthère isolée: *p*, pore.
Fig. 17. Anthères encore réunies entre elles : *a*, lignes suivant lesquelles elles doivent se séparer.
Fig. 18. Section transversale dans l'androcée, au niveau de l'emplacement des pores et avant la séparation des étamines : *a*, ligne de séparation des deux anthères; *b*, partie destinée à disparaître pour former le pore.
Fig. 19. Cellules de l'épiderme.

RECHERCHES

SUR L'INFLUENCE QU'EXERCE LE MILIEU

SUR

LA STRUCTURE DES RACINES

Par M. J. COSTANTIN.

INTRODUCTION.

J'ai exposé précédemment comment la tige se modifie à l'air, sous terre et dans l'eau (1); la structure de la racine se transforme-t-elle également quand le milieu varie? C'est ce que je veux examiner dans le travail actuel.

Un certain nombre de faits connus font supposer que les variations de structure doivent être appréciables quand la racine change de milieu; car, dans ces conditions, l'accroissement des racines est totalement modifié.

On sait, par exemple, que les petits tubercules blancs qu'on observe sur les tiges aériennes de la Douce-amère se développent très rapidement en racines adventives, si ces tiges viennent à être plongées dans l'eau. La tige de la Chrysanthème de Chine offre à l'air des saillies analogues, qui se transforment de la même façon après un court séjour dans le milieu aqueux (2). Un grand nombre de plantes, les *Nuphar*, les *Salix* possèdent des organes semblables, des « racines cachées », comme les appelle M. Trécul, qui se développent sous l'action de l'eau. La comparaison des nœuds aériens et sub-

(1) *Étude anatomique comparée des tiges aériennes et souterraines des Dicotylédones* (*Ann. des sc. nat.*, 6e série, t. XVI, p. 5 à 168); *Recherches sur la structure de la tige des végétaux aquatiques* (*Ann. des sc. nat.*, 6e série, t. XIX, p. 287).

(2) Clos, *Racines caulinaires* (*Mém. de l'Acad. des sc. de Toulouse*, 8e sér., t. V, p. 227).

mergés des végétaux aquatiques permet d'ailleurs de constater souvent l'apparition d'un certain nombre de racines adventives à la hauteur de ces derniers nœuds (1).

Le milieu aquatique est encore la cause du développement considérable que prennent ces mêmes racines déjà formées quand elles viennent à rencontrer ce liquide. Tout le monde a eu l'occasion d'observer la formation d'innombrables racines rouges au pied des grands arbres de nos pays (Peupliers, Aulnes, Bouleaux, etc.), quand ils poussent sur le bord des eaux courantes. Cette riche ramification des racines dans l'eau se produit très souvent dans les tuyaux de drainage, où la circulation du liquide en est fréquemment entravée. On a d'ailleurs montré qu'une racine se développe plus dans l'eau qu'en terre (2).

Les modifications externes des racines ne sont pas moins évidentes quand elles séjournent dans l'air humide que lorsqu'elles s'accroissent dans un milieu aquatique. A l'inverse de ce dernier, le milieu aérien ralentit le développement (3) ; ce résultat est très visible quand on compare deux racines de *Pisum sativum* qui ont pris leur accroissement, l'une à l'air et à la lumière, l'autre sous terre (pl. V, fig. 3 et 4).

Les quelques faits qui viennent d'être cités établissent que le milieu dans lequel s'accroît une racine a une grande influence sur son aspect extérieur. Ces changements visibles trahissent-ils des transformations plus profondes dans la structure interne? C'est ce que je veux rechercher; mais, avant d'exposer les résultats de ce travail, j'examinerai si ces dernières modifications ont déjà été indiquées par quelques auteurs.

(1) Chez l'*Hippuris vulgaris*, par exemple.

(2) Mer, *Des modificat. de struct. et de forme qu'épr. les rac. suiv. les mil. où elles végèt.* (*Assoc. franc. p. l'avanc. des sc.*, 16 août 1880, p. 696).

(3) Mer, *loc. cit.*

HISTORIQUE.

L'étude de l'action du milieu sur la structure de la racine n'a jamais été abordée bien directement. Les variations que présentent les poils radicaux quand le milieu change ont fait seulement l'objet de recherches spéciales ; quant aux changements qu'éprouve en même temps la structure interne, on ne trouve des renseignements sur ce sujet que disséminés dans plusieurs mémoires, et à propos d'études d'un autre ordre.

1° *Poils radicaux.* — Quelques botanistes (1) ont constaté que la longueur des poils radicaux change suivant que la racine se développe à l'air humide, dans l'eau ou dans le sol. Il résulte de leurs recherches que ces poils, rares et courts dans l'eau, deviennent plus longs en terre, et acquièrent leur plus grand développement à l'air humide.

2° *Structure interne.* — Les milieux modifient-ils les tissus internes comme les poils radicaux? L'examen de l'organisation interne des racines aériennes peut conduire à le penser; c'est à cette conclusion que M. Chatin est arrivé en étudiant ces organes dans la famille des Orchidées (2). Parmi les caractères très spéciaux des racines aériennes de ce groupe de végétaux, ce botaniste en signale deux qui sont propres à ces parties radicales de la plante : 1° l'existence de chlorophylle dans le parenchyme cortical; 2° la présence d'une moelle. Le premier caractère est évidemment dû à l'influence de la lumière, car, si la racine vient à se développer en terre, comme cela arrive fréquemment pour les Orchidées de nos serres, elle perd bientôt sa matière colorante verte. L'auteur est moins précis quant à l'origine du second caractère; l'exis-

(1) Masters (Maxwell), *Notes on Root-Hairs and Root-Growth* (*Journ. of the R. hort. Soc.*, t. V, 22 avril 1879). Mer, *De la constitut. des poils rad.* (*Ass. franc. p. l'av. des sc.*, 1880, p. 688).

(2) *Anatomie des plantes aériennes de l'ordre des Orchidées. Anatomie des racines* (*Mém. de la Soc. imp. des sc. de Cherbourg*, t. IV, 1856, p. 5 à 18).

tence d'une moelle n'est qu'une exception, car on ne la rencontre pas, dit l'auteur, « dans la généralité des racines des plantes terrestres et aquatiques ». Quoique ce mémoire fournisse plusieurs renseignements instructifs, et que l'auteur y soit amené à penser que « les racines aériennes et terrestres ont une organisation spéciale déterminée par le milieu », l'indication des éléments transformés et de leurs changements ne s'y rencontre pas.

Un travail récent de M. Schwendener (1) fournit quelques notions plus précises sur cette question; mais ce botaniste ne s'est occupé que d'une seule assise cellulaire, il n'a donc pas étudié toute la question. Il n'y a aucun doute, selon lui, que le climat et l'habitat aient une grande influence sur l'endoderme des racines. Si les plantes vivent sur les murailles, dans les fentes des rochers, c'est-à-dire si elles doivent supporter de longues périodes de sécheresse, la membrane précédente constitue une gaine dure, formée de cellules à parois épaisses. Dans les endroits humides, au contraire, l'endoderme n'a que des parois minces. L'anatomie comparée est donc, comme on le voit, la méthode uniquement employée par l'auteur; aussi convient-il que les résultats n'acquièrent quelque certitude que dans les cas extrêmes. Il est bien difficile, en effet, de déterminer la cause de variation d'un appareil quand tant d'influences entrent en jeu. La comparaison de la structure des plantes des rochers, des steppes, des lieux inondés ne pourra être faite d'une manière utile que lorsque les forces qui agissent dans chacun de ces cas auront été nettement isolées, et que la détermination rigoureuse des variations dues à chacune d'entre elles aura été faite.

Un fait assez constant est cependant établi dans le travail précédent, c'est que les parois de l'endoderme restent minces dans les racines développées sous l'eau.

Le milieu aquatique semble avoir encore une autre influence; M. Van Tieghem, en comparant la structure d'un cer-

(1) *Die Schutzscheiden und ihre Verstaerkungen* (*Physik. Abhandl. der kœnig. Akad. den wiss. zu Berlin*, 1882, III, 75 pages).

tain nombre de racines aquatiques de Monocotylédones (1), a été frappé de la réduction de leur système vasculaire. Est-ce à l'action de l'eau qu'il faut attribuer cette simplicité de structure ? L'anatomie comparée d'espèces différentes, seule méthode employée dans ce mémoire, ne résout pas définitivement cette question, mais conduit à penser qu'il en est ainsi.

C'est probablement encore à l'action de l'eau qu'il faut attribuer la faible importance du réseau radicifère dans les Monocotylédones aquatiques ; on sait que cet appareil, étudié récemment par M. Mangin (2), est formé d'éléments vasculaires, il n'est donc pas étonnant de voir ce système conducteur se réduire comme les systèmes analogues de la tige et des racines adventives qu'il sert à relier entre eux.

De l'examen des travaux précédents, il résulte que la question de l'influence du milieu sur la racine a été étudiée à l'aide de méthodes moins parfaites que celles qui ont été employées pour la tige. M. Van Tieghem, dans son mémoire sur l'Utriculaire (3), en comparant la structure de la tige aquatique de cette plante à celle du pédoncule floral aérien, a donné une preuve beaucoup plus immédiate de l'influence du milieu. Cette méthode, que j'appelle anatomie comparative, n'a pas été suivie dans les recherches actuelles faites sur la racine, l'anatomie comparée d'espèces différentes croissant dans le même milieu a seule guidé les observateurs. Dans ces deux cas, d'ailleurs, une solution définitive du problème ne pouvait être donnée, car la certitude dans de telles questions ne peut résulter que de l'expérience, et l'expérience a toujours fait défaut. Je m'efforcerai de combler quelques-unes de ces lacunes.

Ce mémoire sera divisé en deux parties, suivant qu'il s'agira de comparer les racines aériennes aux racines souterraines, ou ces dernières aux racines aquatiques.

(1) *Recherches sur la symétrie de structure* (*Ann. des sc. nat.*, 5e série, t. XII, p. 159).
(2) *Ann. des sc. nat.*, 6e série, t. XV, p. 216.
(3) *Ibid.*, 5e série, t. X, p. 54.

I. — RACINES AÉRIENNES ET SOUTERRAINES.

L'étude, faite précédemment, de l'influence du milieu sur la structure des tiges m'a conduit, à l'aide de l'expérience et de l'anatomie comparative, à des résultats que l'anatomie comparée faisait prévoir en partie. Cette dernière méthode peut donc fournir de très utiles renseignements au début d'une recherche telle que celle dont il est question dans le présent travail.

Aussi, afin d'avoir une première notion sur l'effet du changement de milieu, vais-je d'abord comparer l'organisation de la racine aérienne d'une Orchidée tropicale à celle de la racine souterraine d'une Orchidée terrestre de nos pays. Quelles différences peut-on signaler entre ces deux organes chez un *Vanda* et chez un *Listera?*

La structure des racines aériennes du *Vanda congesta* est bien connue, je la rappelle brièvement. L'écorce, entourée par le voile, se termine intérieurement par deux assises de cellules lignifiées dont la plus interne a été comparée à l'endoderme; les parois des cellules de cette membrane sont extrêmement épaissies, sauf en un nombre de points régulièrement disposés où les parois restent minces (pl. V, fig. 2, *end*), et que M. Schwendener appelle places perméables. La pointe des faisceaux du bois se trouve exactement en face des points précédents; c'est un fait qu'il est utile de se rappeler pour retrouver les vaisseaux, car ils sont indiscernables au milieu du tissu fondamental dont les cellules sont toutes très épaissies et lignifiées. Quelques îlots de cellules ont cependant gardé leurs parois minces; ils sont disposés sur un cercle et alternent avec les faisceaux du bois; on sait que ces groupes d'éléments représentent le liber mou.

La structure précédente est tout à fait irrégulière et rappelle bien peu celle des racines terrestres d'un *Listera ovata*

de nos pays. Chez cette dernière plante, il n'y a point de voile; l'endoderme est à parois minces et possède les plissements caractéristiques de cette membrane. Il n'y a rien ici qui rappelle ni les interruptions de l'endoderme, ni les cellules de renforcement de l'avant-dernière assise corticale. Enfin l'organisation du cylindre central n'offre aucune ambiguïté; les faisceaux du bois sont bien isolés, car les vaisseaux seuls ont leurs parois épaissies et lignifiées.

La racine aérienne du *Vanda* ressemble si peu à une racine ordinaire, qu'on a pu se demander s'il y avait lieu d'établir entre elles une comparaison complète. A-t-on eu raison, par exemple, d'assimiler à l'endoderme cette assise de cellules à parois épaisses? La réponse est d'autant moins claire, que les assises voisines de l'endoderme sont souvent lignifiées et épaissies d'une manière uniforme, de sorte qu'on pourrait les assimiler également à la gaine protectrice.

Les particularités qui viennent d'être signalées pour le *Vanda* ne lui sont pas spéciales; on les retrouve à des degrés divers chez les *Anthurium*, les *Monstera*, etc. Or les différences qui existent entre les racines aériennes de ces végétaux et les racines souterraines des plantes voisines rappellent déjà beaucoup celles qui existent entre les tiges développées à l'air et sous terre. L'expérience va permettre de voir si ce rapprochement est fondé.

PARTIE EXPÉRIMENTALE

a. — Racines maintenues à l'air et sous terre.

1° *Vanda.* — J'ai fait enterrer dans les serres du Muséum quelques-unes des racines du *Vanda congesta* qui poussent d'ordinaire à l'air. Dans une première expérience, un pot de terre, placé à la hauteur des racines, fut rempli de mousse; la racine s'y développa et y grossit. Les épaisseurs des cellules

corticales, de l'écorce et de la moelle y varièrent comme à l'ordinaire, ainsi que le montre ce tableau :

	ÉPAISSEUR		DIAMÈTRE
	de l'écorce.	du cylindre central.	d'une cellule corticale.
Racine aérienne....	100	55	9
— souterraine..	130	65	15

On voit donc que, dans ces conditions nouvelles de développement, l'écorce s'accroît ainsi que les cellules corticales. Le cylindre central augmente également, mais moins que la précédente région, car le rapport de l'écorce au cylindre central est de $\frac{130}{65} = 2$ pour la racine souterraine, et de $\frac{100}{55} = 1,8$ pour la racine aérienne.

Dans une autre expérience, la racine a pénétré dans le sable, elle s'est complètement décolorée en même temps que considérablement épaissie. Les transformations qui se sont produites dans sa région centrale sont très intéressantes; elles permettent d'abord de déterminer la nature morphologique de l'assise interrompue de cellules épaissies. L'anatomie comparée a encore été un guide sûr quand elle a conduit les botanistes qui ont étudié cette plante à regarder les cellules précédentes comme endodermiques. L'existence de cet endoderme, si souvent méconnu autrefois, est aujourd'hui si universellement établie, qu'on ne saurait affirmer qu'il manque dans une racine sans avoir fait à ce sujet des recherches spéciales. Pour l'espèce actuelle, il suffit d'un court séjour de la racine sous le sable pour que la membrane précédente apparaisse avec ses caractères ordinaires. Les interruptions de l'assise à cellules épaissies ne sont composées que de deux cellules à parois minces (pl. V, fig. 2, *pp*) dans la racine aérienne; dans la racine souterraine, les mêmes cellules sont plus nombreuses et présentent les plissements caractéristiques de l'endoderme (fig. 1, *end*). Pendant que les cellules à parois minces se modifient ainsi, les cellules à parois épaissies se transforment également, et leurs parois diminuent nettement d'épaisseur. L'assise de cellules à parois épaisses est donc

bien l'endoderme, et il suffit d'un court séjour sous le sol pour lui voir reprendre, au moins sur une partie de son étendue, ses caractères distinctifs.

Le cylindre central se modifie également. La racine s'est accrue horizontalement dans le sable, aussi a-t-elle une moitié plus enterrée que l'autre. Les caractères d'organes souterrains commencent à se manifester dans la moitié supérieure pour devenir très nets dans la moitié plus enfoncée en terre. Dans la première de ces deux régions, la lignification est encore assez homogène; le séjour dans le sable a cependant déterminé une diminution dans l'épaisseur des parois des cellules lignifiées. La pointe des faisceaux du bois est maintenant bien distincte, car la paroi des cellules du tissu fondamental voisin est restée mince et purement cellulosique; ce dernier tissu est cependant encore lignifié entre l'endoderme et le liber mou.

La moitié de la racine plus profondément enterrée se rapproche beaucoup plus encore des racines souterraines par sa structure. En effet, la pointe des faisceaux vasculaires est isolée dans un tissu à parois molles, et ce parenchyme s'étend même d'un faisceau à l'autre (fig. 1, *pn*).

J'ai signalé plus haut, dans la racine aérienne du *Vanda*, l'existence d'une assise corticale de renforcement voisine de l'endoderme. Les cellules épaissies de cette assise s'observent encore sans discontinuité dans la moitié supérieure de la racine souterraine; il existe, au contraire, parmi elles des cellules à parois minces dans la moitié inférieure.

On peut constater dans ce dernier cas, sur la figure 1, que la disparition des cellules lignifiées de cette assise s'opère en face et en dehors des points perméables de l'endoderme, qui sont très élargis maintenant.

On voit donc, par ce qui précède, que la lignine tend à se former de moins en moins à la périphérie du cylindre central. Un pareil phénomène se manifeste également dans le tissu médullaire, qui est si fortement lignifié dans les racines développées à l'air; la paroi des cellules commence d'abord

par diminuer d'épaisseur, puis, si le séjour sous le sol se prolonge, la lignine ne se forme plus.

Il résulte donc de l'examen détaillé de l'exemple précédent que l'influence du milieu s'y manifeste :

— Dans l'endoderme :

1° Par la diminution d'épaisseur des parois des cellules épaissies ;

2° Par l'augmentation du nombre des cellules à parois minces, qui offrent alors des plissements caractéristiques ;

— Dans le tissu fondamental :

1° Par la production d'un tissu non lignifié d'abord à la pointe des faisceaux du bois, ensuite entre le liber et l'endoderme ;

2° Par la diminution d'épaisseur de toutes les parois qui restent lignifiées ;

— Dans la moelle :

Par la formation au centre d'un tissu à parois molles et non lignifiées ;

— Dans l'assise de renforcement de l'écorce :

Par la disparition partielle de ces cellules lignifiées.

L'exposé des modifications dont on vient de parler montre que les caractères spéciaux des racines aériennes des Orchidées tendent à disparaître quand elles sont maintenues sous le sol. Cette remarque est-elle applicable à tous les caractères? Peut-on dire, comme M. Chatin (1), que tout ce qui est spécial à ces organes est par cela même produit par le milieu aérien? L'expérience précédente est encore instructive à ce sujet ; car le voile, qui est un tissu bien particulier de ces racines, y subsiste cependant quand elles sont rendues souterraines, presque sans modifications, sauf dans la dimension des cellules.

2° *Autres espèces.* — Après avoir étudié avec détail les transformations que présente l'espèce précédente, j'exposerai brièvement les changements que j'ai pu observer dans un certain

(1) *Loc. cit.*

nombre d'autres expériences, en indiquant d'abord la méthode que j'ai suivie dans ces recherches.

1. *Disposition des expériences.* — Afin d'obtenir des racines développées à l'air, je mets des graines dans un tamis dont le fond est constitué par un treillage retenant la terre qui contient les graines et laissant passer les racines; tout ce système est placé sur un cristallisoir de verre contenant de l'eau; l'espace est donc saturé d'humidité. Un certain nombre de graines de la même espèce sont placées le même jour dans un pot contenant la même terre et les deux vases sont mis l'un à côté de l'autre dans la même chambre, où ils sont maintenus par conséquent à la même température. Les deux plantules de Pois, qui sont représentées par les figures 3 et 4 (pl. V), ont été obtenues par cette méthode; l'expérience se fait ainsi avec une grande régularité, car les variations individuelles sont insignifiantes. Les tiges n'étaient pas encore sorties de terre, dans le cas précédent; d'ordinaire, je laisse les organes feuillés croître à l'air et les feuilles se développer à la lumière.

Dans une seconde série de recherches, j'ai modifié légèrement ce procédé. Le premier et le deuxième lot de graines sont mis au milieu de la mousse humide; la première partie est placée au-dessus d'un tamis en fil, et les racines se développent à l'air, la seconde sur du sable dans lequel les racines s'accroissent. Les graines sont alors dans les mêmes conditions, car la mousse qui les entoure est imbibée de la même quantité d'eau dans l'un et l'autre cas.

La définition des points des racines à comparer est assez difficile à préciser, car l'accroissement de ces organes est localisé à l'extrémité; aussi ne me suis-je pas contenté de pratiquer une section dans les racines aériennes et souterraines, j'ai confronté les coupes de l'extrémité jusqu'au collet et je suis arrivé à me convaincre que la structure moyenne est très différente dans les deux cas. C'est ainsi que j'ai pu me rendre compte que les variations d'organisation que je vais exposer sont dues au milieu.

2. *Variations d'épaisseur de l'écorce et du cylindre central.* — Le tissu cortical et le cylindre central ne gardent pas les mêmes dimensions lorsque la racine s'accroît à l'air, que lorsqu'elle est maintenue sous terre. En général, l'épaisseur de l'écorce est plus grande quand cet organe se développe sous le sol; le tableau suivant établit ce fait :

Noms des espèces.	Épaisseur de l'écorce des racines aériennes.	Épaisseur de l'écorce des racines souterraines.
Asparagus caspius	26	39
Chamærops excelsa	38	45
Lathyrus odoratus	19	33
Medicago maculata	16	28
Ervum Lens	15	26
Pisum sativum	27	32

C'est, en partie, encore à une différence de taille des cellules qu'il faut attribuer une telle inégalité de cette même région de la racine dans les deux cas. Ainsi, par exemple, je trouve les épaisseurs suivantes pour les cellules semblables de l'écorce des racines aériennes et des racines souterraines.

Noms des espèces.	Épaisseur d'une cellule corticale d'une racine aérienne.	Épaisseur d'une cellule corticale d'une racine souterraine.
Asparagus caspius	2	5
Lathyrus odoratus	3	7,5

Je dois cependant remarquer que la racine présente quelques irrégularités, au point de vue de l'accroissement de l'écorce, qui ne se retrouvent pas en général dans la tige. C'est ainsi qu'une racine d'*Asphodelus pyrenaicus* est restée très courte dans l'air; toutes les matières nutritives issues de la graine la font grossir considérablement, car elle ne s'allonge pas; aussi son écorce est-elle beaucoup plus épaisse que celle de la racine souterraine.

Les variations du cylindre central sont plus irrégulières encore. Tantôt, comme pour les tiges, le cylindre central est plus développé dans la racine qui s'accroît à l'air que dans celle qui reste en terre; c'est ce que j'ai constaté pour l'*Ervum Lens* ou l'*Asphodelus pyrenaicus;* tantôt le diamètre est le même pour les deux sortes de racines (*Medicago maculata*); enfin, d'autres

fois le corps central de la racine souterraine est le plus puissant (*Lathyrus odoratus*, etc.).

3. *Variations du système vasculaire.* — Le système des vaisseaux ligneux est plus développé dans les racines aériennes que dans les racines souterraines. Ainsi, pour l'*Asphodelus pyrenaicus*, il y a cinq groupes de vaisseaux, dans lesquels le nombre des vaisseaux est :

	Racine aérienne.		Racine souterraine.
	5		2
	3		1
	4		3
	5 + 3		5
	5		3
Total....	25	Total.....	14

Chez l'*Asparagus caspius*, on peut observer le même fait : il y a trente vaisseaux dans la racine développée à l'air, et vingt-trois seulement dans celle qui reste en terre.

La région âgée d'une racine aérienne de *Lathyrus odoratus* présente une particularité spéciale. Le système vasculaire et le séléments ligneux forment des groupes qui s'avancent jusqu'au centre de la moelle, où ils sont entremêlés de parenchyme mou. Il y a donc, pour cette espèce, une ébauche de lignification du tissu fondamental qui ne se retrouve point dans la racine souterraine, où toute la région centrale reste constituée par des cellules à parois minces.

4. *Variations du tissu fibreux.* — Le tissu cortical se modifie dans quelques cas, comme le tissu fondamental du cylindre central dans l'exemple précédent. Chez le *Chamærops excelsa*, il apparaît dans l'écorce de la racine aérienne une gaine de cellules épaissies (pl. V, fig. 10, *f*) qui n'existe pas dans la racine maintenue enterrée à l'intérieur de la mousse très compacte (pl. V, fig. 9).

Cette apparition de la lignine dans l'écorce de la racine aérienne correspond à la fin de la vitalité des cellules, car le

protoplasma qui est dense, granuleux, à noyau net dans la racine enterrée ne présente plus ces caractères quand cet organe reste à l'air (fig. 10 et 11).

Ces recherches, faites en vue de déterminer l'influence du milieu sur la structure de la racine, immédiatement après la sortie de la graine, conduisent à penser que c'est au séjour de ces organes sous le sol qu'il faut attribuer la tendance à l'épaississement de l'écorce; ce tissu s'accroît en partie parce que les cellules qui le constituent deviennent plus grosses, probablement par suite d'un ralentissement dans la transpiration. Les résultats précédents permettent de se convaincre également que, pendant la période souvent courte de vitalité des racines à l'air, les vaisseaux y deviennent plus nombreux et le système fibreux plus important que dans les racines enterrées.

b. — Racines développées sous terre, et à l'air dans l'obscurité.

Maintenant qu'il est établi que la structure de la racine est différente sous le sol ou à l'air, il est intéressant d'examiner si cet organe est susceptible de variations quand il se développe à l'obscurité. On sait, en effet, que si l'influence de l'obscurité sur l'accroissement des tiges a été souvent déterminée, le même problème n'a pas été abordé pour la racine.

Voici la très simple disposition expérimentale employée pour cette étude :

Le tamis contenant les graines d'un premier lot repose sur un haut seau interceptant la lumière, et au fond duquel se trouve une couche d'eau, de manière que les racines s'allongent à l'obscurité dans une atmosphère saturée d'humidité. Le deuxième lot des graines de la même espèce est mis en terre. Les tiges, dans les deux cas, s'accroissent à la lumière, assimilent l'acide carbonique par leurs feuilles; aussi les petites plantules du premier lot peuvent-elles rester assez longtemps vivantes pour que les racines s'allongent très sensiblement à l'air, et se recouvrent d'un épais feutrage de poils radicaux.

On se rappelle, dans la comparaison qui a été faite entre les

tiges aériennes développées à l'obscurité et les tiges souterraines, que le parenchyme cortical est plus épais dans ce dernier cas. Un semblable résultat ressort des expériences suivantes, faites sur des espèces appartenant à des familles éloignées les unes des autres, ainsi que ce tableau le montre.

Noms de espèces.	Épaisseur de l'écorce de la racine souterraine.	Épaisseur de l'écorce de la racine à l'obscurité.
Vicia sativa.............	28	20
Brassica oleracea.........	37	20
Calendula arvensis	35	30

Dans ces exemples, quand il ne s'est pas encore produit de racines secondaires, l'écorce est plus développée dans les racines maintenues sous terre que dans celles qui sont restées à l'air, mais à l'obscurité.

Le cylindre central présente également d'importantes variations; le développement du système fibreux et du système vasculaire est bien moins complet que chez le *Tropæolum majus* (pl. V, fig. 7 et 8, *b*) et le *Pisum sativum*, à l'obscurité que sous terre.

L'aspect extérieur permet de comprendre d'ailleurs, pour la première espèce, qu'il existe des différences dans la structure interne. En effet, sur la racine principale poussée sous le sol, qui est très grosse, naissent un grand nombre de racines secondaires (pl. V, fig. 5); la racine maintenue à l'obscurité est, au contraire, très déliée, couverte de poils radicaux et n'offre de racines secondaires que près de la graine, c'est-à-dire dans la région où elle plonge dans le sol sur le tamis (fig. 6).

Il y a donc des différences très appréciables entre les deux sortes de racines dont il vient d'être question, les caractères qui distinguent chacune d'entre elles rappellent ceux des tiges poussées à l'obscurité et sous terre.

c. — **Racines maintenues à la lumière, et à l'obscurité.**

Comparons maintenant les racines maintenues à la lumière à celles développées à l'obscurité. L'appareil permettant d'ob-

tenir l'accroissement des racines à l'obscurité est celui qui a été décrit plus haut. Il a été très peu modifié dans le cas des racines maintenues à la lumière; le seau dans lequel plongeaient précédemment ces organes est remplacé par un cristallisoir permettant à la lumière d'exercer son action.

L'obscurité détermine pour les tiges, comme M. Rauwenhof l'a indiqué (1) et ainsi que je l'ai également constaté, un accroissement d'épaisseur de l'écorce et une diminution du système fibro-vasculaire.

Les deux racines que j'ai étudiées m'ont présenté les deux mêmes modifications.

L'épaisseur de l'écorce est plus faible à la lumière qu'à l'obscurité, ainsi que le tableau suivant le montre :

Noms des espèces.	Épaisseur de l'écorce.	
	Racine à la lumière.	Racine à l'obscurité.
Carthamus humilis	23	35
Faba vulgaris	54	63

Les faisceaux ligneux et le système fibreux sont également plus développés dans une racine que dans l'autre. Cette différence est très manifeste pour la Fève, car les fibres libériennes manquent dans la racine non éclairée, tandis qu'elles forment quatre groupes très nettement dessinés dans le cylindre central de celle qui est restée exposée à la lumière. Le même retard existe pour la première racine relativement à la seconde quant au développement des vaisseaux.

Dans ce troisième cas, les transformations que subit la racine rappellent donc encore celles qui ont été signalées pour la tige.

Conclusions. — En résumé, les recherches expérimentales qui viennent d'être exposées montrent que le changement de milieu modifie la structure de la racine. Sous terre, cet organe

(1) *Sur les causes des formes anormales des plantes qui croissent dans l'obscurité* (*Ann. des sc. nat.*, 6e série, t. IV, p. 266).

est caractérisé par une écorce épaisse, à grosses cellules remplies de suc cellulaire, pouvant contenir des noyaux très nets; le faible développement des systèmes fibreux et vasculaire est remarquable également dans ces racines souterraines. Quand la racine se développe à l'air, elle prend des caractères opposés, l'écorce est plus faible, les vaisseaux nombreux, les fibres bien développées. Enfin, si cet organe est maintenu à l'air et à l'obscurité, sa structure est moins différenciée encore que dans le premier cas, les fibres et les vaisseaux sont en moins grand nombre que sous terre, et l'écorce, moins épaisse que dans la racine souterraine, est cependant plus développée que lorsque la racine s'accroît à l'air, mais à la lumière.

En somme, le milieu transforme l'organisation d'une racine d'une manière très appréciable. Il était utile de bien établir ce point de départ, afin de comprendre pourquoi cet organe conserve une structure si uniforme à travers le règne végétal; cette simplicité tient à ce qu'il se développe en terre dans la grande majorité des cas. Une organisation différente se présente dès que la racine reste longtemps à l'air, dans une atmosphère assez humide pour qu'elle ne se dessèche pas, assez sèche pour que l'accroissement ne soit pas trop rapide et que la consolidation des tissus puisse s'opérer.

On a vu également que les expériences ont donné des résultats très probants dans le premier exemple choisi; c'est qu'une racine de *Vanda* peut, en effet, rester vivante très longtemps à l'air. Au contraire, la racine que l'on contraint, depuis la sortie de la graine, à rester dans ce même milieu, ne peut y vivre beaucoup de temps; elle meurt dès que les réserves de la graine sont épuisées. Les conditions de nutrition d'une racine aérienne d'une Orchidée, d'une Aroïdée, etc., sont différentes; elle peut donc subir l'action du milieu pendant une grande durée. Aussi l'étude des racines adventives est-elle surtout instructive; c'est leur examen qui va faire maintenant l'objet de nos recherches.

ANATOMIE COMPARATIVE.

Je m'occuperai, dans cette seconde partie, de la comparaison de la région aérienne à la région souterraine d'une même racine quand cela sera possible, ou de la comparaison des racines aériennes aux racines souterraines de la même plante.

Dans les deux cas, l'action du milieu se manifestera clairement si l'on peut retrouver, en comparant les deux régions ou les deux racines développées dans des milieux distincts, les différences signalées précédemment; il sera permis alors de les attribuer au séjour sous terre ou à l'air.

1° *Voile.* — La présence d'un voile à la périphérie des racines aériennes d'un certain nombre de plantes appartenant aux familles des Orchidées ou des Aroïdées est un caractère des plus saillants de ces organes. Est-il produit par le milieu? L'examen d'une racine souterraine d'*Angrecum eburneum* montre qu'il n'en est rien, car le voile persiste avec une grande netteté dans cette région enterrée (pl. VII, fig. 22).

En dedans du voile, on remarque, aussi bien à l'air qu'en terre, une assise de grandes cellules à parois épaissies vers l'extérieur; au milieu de ces grandes cellules, de plus petites sont intercalées, souvent réunies deux à deux (fig. 22, *pp*). C'est ce groupement par deux de ces cellules qui avait fait regarder ces éléments comme analogues aux stomates d'un épiderme qui serait recouvert d'un voile. M. Schwendener (1) attribue un rôle particulier à ces petites cellules, il les compare aux points perméables de l'endoderme, dont il a déjà été question plus haut, car le rôle qu'ils jouent est le même, selon lui. Ce serait par là que la transmission des liquides s'opérerait; les parois de ces éléments restent, en général, minces, tandis que la membrane des grandes cellules est très épaissie. C'est ce mélange de cellules différentes, qui, en section longi-

(1) *Loc. cit.*

tudinale, sont les unes nombreuses et très allongées, les autres beaucoup plus courtes et isolées, qui avait fait comparer cette assise à l'épiderme sans que cette comparaison soit justifiée.

L'endoderme des Orchidées présente également deux sortes d'éléments, aussi c'est à lui que M. Schwendener compare cette membrane; il revient à l'opinion d'Oudemans (1) et regarde cette membrane comme un endoderme externe. De même que dans le cas de l'endoderme interne, les cellules des places perméables peuvent quelquefois devenir épaisses; dans l'*Angrecum* que j'ai examiné précédemment, les petites cellules de cette assise externe peuvent s'épaissir comme les grandes (fig. 22).

L'assise sous-jacente au voile a donc été assimilée à un endoderme externe; il est plus juste de la regarder comme l'analogue de l'assise subéreuse qui se trouve au-dessous de l'assise pilifère de la plupart des racines. Cette analogie se manifeste dans quelques cas chez les Orchidées. C'est ainsi que j'ai constaté dans une racine souterraine de *Vanilla aromatica* l'existence d'une assise pilifère non dédoublée, à cellules sans ornements, et d'une assise subéreuse très reconnaissable. On voit, en somme, que l'endoderme et l'assise subéreuse ont souvent des caractères communs : la première assise, souvent subérifiée, produit quelquefois en se divisant une couche subéreuse; la seconde s'épaissit dans la racine des Orchidées et des Aroïdées, comme l'endoderme de beaucoup de Monocotylédones.

2° *Variations d'épaisseur de l'écorce et du cylindre central.* —Quand on compare entre elles les épaisseurs de l'écorce dans les racines aériennes et souterraines d'une même espèce, on trouve des résultats assez variables. Il est, en effet, souvent impossible d'étudier des racines comparables : l'âge est différent, ou bien les unes sont des racines principales, les autres

(1) *Ueber den Sitz der Oberhaut in der Luftwurzeln der Orchideen* (*Abhandl. d. math.-physic. Klasse d. Wiss. zu Amsterdam*, 1861).

sont des racines secondaires, les dernières enfin sont adventives d'ordres divers.

Un exemple va mettre ces différences en évidence : une racine aérienne de *Vanilla aromatica* pénètre en terre et émet de jeunes radicelles; les épaisseurs de l'écorce et du cylindre central sont les suivantes pour les trois régions suivantes de la racine :

Régions diverses comparées.	Épaisseurs de l'écorce.	du cylindre central.	d'une cellule de l'ecorce.
Racine aérienne............	60	50	6
Radicelle souterraine.......	62	25	9 1/2
Racine souterraine.........	82	47	15 1/2

La racine aérienne et la jeune radicelle souterraine sont d'ordres différents; aussi leur comparaison indique-t-elle peu de changement dans l'épaisseur de l'écorce; cependant la réduction du cylindre central et l'augmentation de taille des cellules corticales de la seconde, sont déjà les indices de l'action du milieu souterrain. Cette action se manifeste beaucoup plus nettement quand on compare la racine aérienne à la région souterraine qui lui fait suite; l'écorce dans le sol augmente d'épaisseur, ainsi que ses éléments cellulaires, le cylindre central diminue de diamètre légèrement.

Ces trois résultats sont confirmés par la comparaison des extrémités de deux racines dont l'une se redresse à l'air après avoir été maintenue enterrée et dont l'autre reste sous le sol.

Extrémités de même âge de deux racines.	Épaisseurs de l'écorce.	du cylindre central.	d'une cellule corticale.
Aérienne................	65	50	5
Souterraine..............	75	44	10

Dans l'exemple précédent, quand une racine pénètre en terre, l'écorce s'accroît; j'ai vérifié le même résultat pour un certain nombre d'autres espèces: *Coussapoa dealbata* (pl. VI, fig. 17 et 18) et dans les cas suivants :

Noms des espèces.	Épaisseur de l'écorce de la racine aérienne.	Épaisseur de l'écorce de la racine souterraine.
Anthurium angustatum......	76	134
Anthurium triphyllum.......	95	100
Chamædorea Ernesti Augusti.	120	180
Philodendron Selloum........	110	255

L'accroissement de l'écorce est souvent accompagné d'une réduction du cylindre central, quand les régions examinées sont comparables entre elles; c'est ce qui a lieu pour les espèces suivantes:

Noms des espèces.	Racine aérienne		Racine souterraine	
	Écorce = *e*.	Cylindre central = *c*.	Écorce = *e'*.	Cylindre central = *c'*.
Monstera repens..............	40	64	80	27
	74	100	125	80
Tordyline vivipara.............	62	45	82	35
Piper cadura....................	90	250	105	85
Coussapoa dealbata............	28	90	85	35
Anthurium triphyllum..........	95	135	100	141
Vanda suavis....................	160	130	240	95

J'ai considéré, dans les cas précédents, les valeurs absolues des différents tissus; il est souvent indispensable de comparer les valeurs relatives. Chez l'*Hedera Helix*, la racine aérienne n'est pas comparable aux racines souterraines; la première, dans l'individu examiné, est courte, grosse et sans racines secondaires; la seconde est beaucoup plus mince, très allongée et une partie de la puissance de la matière vivante a été employée à produire des radicelles. Malgré ces conditions défavorables, la comparaison de l'écorce et du cylindre central dans les deux racines révèle tout de suite l'influence du milieu. En effet, tandis que dans la racine aérienne l'écorce est moins épaisse que le cylindre central (écorce, 95; cylindre central, 105), dans la racine souterraine c'est l'inverse qui a lieu (écorce, 66; cylindre central, 52). La même observation peut être faite sur le *Clusia liboniana*, quand on examine successivement deux racines : l'une aérienne jeune, l'autre souterraine âgée. Le même fait se retrouve pour les *Pothos*.

Enfin, il peut arriver que les diamètres des deux cylindres centraux soient plus petits que les épaisseurs des deux écorces; on constate alors que le rapport de l'écorce au cylindre central est plus petit pour la racine aérienne que pour la racine souterraine ($\frac{e}{c} < \frac{e'}{c'}$); c'est donc surtout l'écorce qui est développée dans ce dernier cas.

On constate l'inégalité précédente dans les cas suivants :

Noms des espèces.	Racine aérienne. Écorce $= e$.	Cylindre central $= c$.	Rapport $\frac{e}{c}$.	Racine souterraine. Écorce $= e'$.	Cylindre central $= c'$.	Rapport $\frac{e'}{c'}$.
Anthurium viride.	270	115	2,3	140	28	6
Tornelia fragrans.	180	160	1,1	75	45	1,6

L'accroissement de l'écorce des racines sous terre est déterminé principalement par l'augmentation de volume des cellules qui constituent ce tissu.

Cette variation se manifeste avec beaucoup de netteté chez l'*Anthurium magnificum*; le diamètre d'une cellule centrale de la racine aérienne est de 4 divisions micrométriques, il s'élève à 9 dès que la racine pénètre dans le sol et arrive jusqu'à 11 dans les radicelles. J'ai pu faire les mêmes remarques pour l'*Hedera Helix* et pour le *Cordyline vivipara*.

Ce résultat est surtout manifeste chez cette dernière plante, dont les racines souterraines présentent des renflements tuberculeux. On observe, dans ces dernières régions, l'exagération de la précédente tendance, l'écorce devient énorme. Si l'on compare trois coupes faites à travers une racine souterraine, l'une dans la partie jeune, l'autre avant le tubercule, et la dernière au milieu du tubercule, on voit que c'est surtout l'écorce qui s'accroît.

Régions comparées.	Racine souterraine du *Cordyline vivipara*. Écorce.	Cylindre central	Moelle.
Partie jeune..............	57	30	15
Avant le tubercule........	82	35	15
Milieu du tubercule........	290	68	48

Par conséquent, bien qu'une cause particulière détermine

l'apparition de ces renflements radiculaires, son action s'opère dans le même sens que celle du milieu terrestre.

Les observations que je viens d'exposer jettent un certain jour sur la structure générale de la racine.

Les botanistes ont souvent remarqué que la moelle est très peu développée dans ces organes; cette réduction de la moelle est si grande, qu'on a regardé autrefois cette absence de tissu médullaire comme étant le seul caractère anatomique distinctif de la racine par rapport à la tige chez les Dicotylédones. Quoique des recherches anatomiques plus précises aient dévoilé dans la structure primaire de la racine de ces végétaux les caractères spéciaux de cet organe, on comprend sur quoi se fondait l'ancienne observation que je viens de rappeler. Les racines ont une moelle, à la vérité, comme les tiges, mais cette moelle est très restreinte; seulement, si ce faible développement se retrouve avec une si uniforme généralité dans les racines, cela tient à ce qu'elles se développent presque toujours en terre, ce qui détermine une réduction de la partie centrale. On voit donc, par conséquent, que la faible importance de la moelle, loin d'être un caractère spécifique de cet organe, est le résultat de l'action du milieu terrestre dans lequel presque toutes les racines s'accroissent.

3° *Formations subéreuses.* — Les racines souterraines présentent-elles d'autres caractères communs avec les rhizomes? On a vu que ces derniers, par suite de leur séjour sous le sol, forment à leur périphérie un appareil protecteur puissant.

Une modification semblable s'opère-t-elle pour la racine? Une racine de Courge (*Cucurbita Pepo*) m'a fourni quelques renseignements intéressants sur ce sujet. Il naît fréquemment, sur les rejets rampants de cette plante, des organes qui ont des aspects divers. Tantôt ils ressemblent nettement à des racines adventives qui pénètrent en terre sans se ramifier, tantôt ils se présentent comme des sortes de larges boutons d'où partent des radicelles minuscules. La structure anatomique révèle, dans ce cas comme dans le premier, la nature

radiculaire de cet organe; on voit, en effet, au centre de ces derniers un grand nombre de faisceaux libéro-ligneux très développés, séparés entre eux par du tissu non lignifié âu milieu duquel on reconnaît les faisceaux primaires de la racine en forme de coin, dont la pointe est dirigée vers l'extérieur.

La comparaison des tissus périphériques de cette grosse racine à ceux des petites radicelles qui en partent est très instructive. Dans ces dernières, qui sont souterraines, toute l'écorce primaire est exfoliée, tandis que ce tissu persiste très nettement dans la première, qui est beaucoup plus âgée et aérienne. Dans cet exemple, l'action du milieu souterrain se manifeste donc, comme dans les tiges, par une exfoliation hâtive de l'écorce.

La destruction entière de l'écorce est opérée dans le cas précédent; on peut trouver, chez d'autres espèces, des renseignements sur le mode de destruction de ce tissu externe. On sait que, lorsque l'épiderme d'une tige enterrée se trouve déchiré, il arrive fréquemment que les parois des cellules les plus externes de l'écorce s'imprègnent d'une matière brunâtre et que la destruction se propage peu à peu dans le parenchyme cortical. J'ai pu faire une observation exactement semblable sur les racines de *Quercus Robur*. Dans leur marche à travers le sol, quelques-unes des racines secondaires sont venues affleurer à la surface, de sorte que leurs extrémités blanches pointent à l'air et rampent au-dessus de la terre. La partie souterraine immédiatement voisine est très différemment colorée, elle est brunâtre. Le sol spécial dans lequel j'ai rencontré cette racine de Chêne est formé d'un mélange de charbon et de terre qu'on trouve dans les ronds de charbonnier; comme il est très compact, la racine éprouve de très grandes difficultés à s'y propager. Il en résulte que toute l'écorce de cette partie souterraine trop pressée est formée de cellules mortes dont la membrane est imprégnée d'une substance brunâtre. C'est bien au milieu, très ferme et très dur, qu'il faut attribuer cette mortification de l'écorce; car, dès que la racine entre dans l'air, la structure change, toutes les

cellules de l'écorce sont vivantes, à paroi formée de cellulose pure.

Le plus souvent, la destruction de l'écorce est empêchée par la production d'une couche subéreuse formée aux dépens de l'assise subéreuse. C'est ce que j'ai observé pour une racine souterraine de l'*Hedera Helix*, tandis que la racine aérienne n'offre pas une telle différenciation.

Il est à remarquer cependant que, souvent, les racines aériennes présentent également une enveloppe protectrice importante. Ainsi, chez le *Clusia liboniana*, le *Ruyschia Souroubea*, non seulement la couche subéreuse est bien développée dans la racine souterraine, elle est aussi très puissante dans la racine aérienne. Dans ces derniers organes, l'assise pilifère est formée de cellules dont la vie est très courte, qui sont incapables de se multiplier; or, l'écorce de ces racines aériennes qui s'allongent peu et ne se ramifient pas, s'épaissit beaucoup. L'assise subéreuse multiplie beaucoup ses cellules quand la racine vieillit, par l'apparition de cloisons tangentielles et radiales, afin de former un appareil protecteur en rapport avec l'accroissement de l'écorce. Le séjour des racines à l'air peut donc déterminer la formation de couches subéreuses considérables.

Il peut même arriver fréquemment qu'en comparant deux racines d'âges différents, comme je l'ai observé chez le *Tornelia fragrans* et l'*Anthurium angustatum*, la couche génératrice du suber soit plus développée dans une racine aérienne très âgée que dans une racine enterrée plus jeune.

En somme, le milieu aérien peut favoriser la production d'une couche subéreuse, mais sous l'action d'une autre cause que le milieu souterrain. Les cloisons radiales indiquent que l'épaississement de la racine est une des causes de développement de cette enveloppe protectrice; par la multiplication des cloisons tangentielles et la production de subérine, les tissus intérieurs et vivants de l'écorce se trouvent protégés contre une évaporation trop grande et contre la mortification.

Les causes qui déterminent l'accroissement du tissu subéreux dans les racines souterraines sont différentes. Les exemples de la racine de Chêne et de la Courge conduisent à penser que c'est l'action mécanique du sol qui produit le même résultat sur les racines que sur les tiges; il se produit une couche de suber, dans ce cas, pour arrêter la destruction des tissus périphériques écrasés dans la marche de l'organe comprimé dans le sol.

4° *Système fibreux de l'écorce.* — On vient de constater, dans le paragraphe précédent, que le tissu subéreux se modifie de la même façon dans la racine et dans la tige. Les transformations si nettes du système de soutien de ce dernier organe se retrouvent-elles dans le premier? Dans la plupart des racines terrestres, le tissu cortical est formé uniquement de parenchyme mou. Ce premier renseignement semble indiquer que c'est au séjour sous le sol qu'il faut attribuer cette absence de tissu fibreux. La comparaison des racines aériennes et souterraines d'une même espèce confirme entièrement cette opinion.

La racine aérienne du *Phœnix dactylifera* possède, à la périphérie de l'écorce, un anneau fibreux très important (pl. VII, fig. 27, *fc*) s'étendant jusqu'à la périphérie de cette région. Dans une racine souterraine comparable, cet anneau n'a pas entièrement disparu, mais il ne s'étend plus jusqu'aux assises externes, et les parois des cellules qui le constituent sont bien moins épaisses (fig. 28). Il est intéressant de constater en même temps la diminution d'épaisseur des parois des cellules qui constituent les faisceaux purement fibreux qui traversent l'écorce (pl. VII, fig. 31 et 32, *f*).

Le *Tornelia fragrans* présente une modification analogue. Il existe dans la région interne de l'écorce un anneau fibreux formé, dans la racine aérienne, de quatre ou cinq assises de cellules à parois épaissies et ponctuées (pl. VII, fig. 23, *fc*). Dans la racine souterraine, cet anneau diminue considérablement d'épaisseur, car il se trouve réduit à une seule assise

de cellules moins épaisses que précédemment et souvent interrompue (fig. 24).

Dans les racines aériennes du *Coussapoa dealbata*, il existe un anneau fibreux très important (pl. VI, fig. 18), ces éléments sont lignifiés très fortement, colorables en jaune par le sulfate d'aniline; dans la racine souterraine, même âgée, on ne trouve aucune trace du précédent système (fig. 17).

Le *Piper cadsura* possède, dans l'écorce de la racine aérienne, un appareil plus complexe formé de cellules lignifiées et de collenchyme cellulosique; dans la racine souterraine, le collenchyme disparaît complètement; il ne reste que quelques cellules lignifiées éparses au milieu d'un parenchyme à parois molles.

Chez le *Ruyschia Souroubea*, je n'ai pas retrouvé, dans l'écorce d'une racine souterraine âgée, les larges cellules à parois lignifiées mais peu épaissies que j'ai pu observer au milieu du tissu cortical de la racine aérienne (pl. V, fig. 11 et 12).

5° *Canaux sécréteurs*. — On sait que les canaux sécréteurs sont parfois entourés d'un anneau de fibres; les feuilles de Pin présentent un exemple bien connu d'une telle structure. Une organisation semblable se retrouve chez le *Philodendron Siemsi*, où les canaux sécréteurs de l'écorce de la racine aérienne possèdent une gaine très importante de sclérenchyme (pl. VIII, fig. 37). Cette gaine subsiste encore dans la racine souterraine, mais formée d'éléments à parois minces à peine lignifiés (fig. 39). Quand on étudie les changements de cet appareil depuis la première région jusqu'à la seconde, on assiste à une dégradation très sensible de ce tissu de soutien dès qu'on pénètre sous terre (fig. 38). L'action du milieu s'exerce donc, non pas sur les canaux eux-mêmes, mais sur les appareils qui les entourent.

Les mêmes différences s'observent chez le *Philodendron obtusifolium*.

6° *Endoderme*. — L'endoderme doit être rattaché au sys-

tème cortical, mais les particularités curieuses que cette membrane présente méritent une mention spéciale.

Les points où l'endoderme garde ses parois minces nécessitent une étude particulière. C'est par ces places perméables, ainsi que les appelle M. Schwendener (1), que s'opèrent les échanges de liquide entre l'écorce et le cylindre central. Ce fait a été établi par le précédent botaniste à l'aide de deux expériences : soit en injectant du tannin dans les vaisseaux et en colorant le liquide diffusé dans les coupes par un sel de fer, soit en entaillant l'écorce et en mettant la partie ainsi meurtrie dans un liquide colorant.

L'endoderme est donc surtout une barrière entravant les communications des liquides de l'écorce avec ceux du cylindre central, quand ses points perméables ne sont formés que d'une ou deux cellules minces et que les autres cellules sont très épaisses et imperméables. Une telle organisation s'observe dans les racines aériennes du *Vanilla aromatica*. Le rôle de cette même membrane endodermique doit être différent quand ces racines se développent sous le sol, car les places perméables sont beaucoup plus larges et formées de cinq et six cellules minces, et la cavité des cellules encore lignifiées est beaucoup plus large. Dans ce dernier cas, les liquides qui ont été absorbés par les poils radicaux et se sont répandus dans l'écorce peuvent donc passer très facilement dans les vaisseaux.

Ainsi, contrairement à ce qui a lieu dans les racines souterraines, l'endoderme des racines poussées à l'air entrave la communication des liquides entre les tissus corticaux et les tissus centraux.

La tendance précédente peut s'accentuer et il peut arriver, dans quelques racines aériennes, que le passage des liquides devienne presque impossible en face des faisceaux du bois ; les cellules de ces places perméables peuvent s'épaissir également, ainsi qu'on peut le voir chez l'*Angrecum eburneum*

(1) *Loc. cit.*

(pl. VI, fig. 19, *pp*). Les parois cellulaires en ces mêmes endroits sont encore lignifiées, mais non épaissies dans la région souterraine (fig. 21, *pp*) voisine de la surface.

Les places perméables commencent à disparaître dans l'exemple précédent, elles n'existent plus du tout dans les racines aériennes des Palmiers. La gaine protectrice du *Phœnix dactylifera* est extrêmement puissante dans les organes aériens ; la paroi est très épaissie vers l'intérieur en fer à cheval, et la cavité de la cellule est très réduite (pl. VII, fig. 29) ; toutes les parois sont comme confondues en un tout continu de coloration rouge brunâtre. Cette gaine imperméable n'existe plus quand la racine est enterrée, les parois de ses éléments sont minces en tous les points et le passage des liquides s'effectue très aisément (fig. 30).

J'ai observé chez deux autres Palmiers, le *Chamædorea Ernesti-Augusti* et le *Coccos australis*, une semblable gaine très dure dans la racine aérienne.

J'ai comparé également une racine développée dans l'air du *Philodendron speciosum* à une racine souterraine du *Philodendron Selloum*. L'endoderme est fortement lignifié dans la première espèce et à parois minces dans la seconde.

J'ai étudié sur la racine du *Philodendron Siemsi* le passage de la partie aérienne à la région souterraine ; on peut voir alors très nettement la diminution d'épaisseur des parois (pl. VII, fig. 33 et 34), l'apparition de places perméables (fig. 34), enfin la disparition complète de la lignine dans les portions de plus en plus profondément enterrées (fig. 35).

L'*Anthurium triphyllum* présente une autre organisation. Le cylindre central se trouve entouré, dans les deux racines, d'une gaine formée de plusieurs assises de cellules qui proviennent de la division de l'endoderme radialement et tangentiellement. La structure varie cependant, car les parois des cellules sont minces dans un milieu et très épaisses dans l'autre.

J'ai signalé plus haut comment une racine aérienne de *Vanda congesta* se modifie quand elle est enterrée ; les mêmes

transformations peuvent se constater pour le *Vanda suavis*, en comparant les racines souterraines aux racines aériennes de cette plante. Quand ces organes se développent à l'air, les parois de l'endoderme sont extrêmement épaissies, de sorte que la cavité de la cellule est presque réduite à un point ; ces groupes de cellules pierreuses alternent régulièrement avec une seule cellule à parois minces qui se trouve en face de chaque faisceau du bois. En dehors de l'assise endodermique, les cellules de l'assise immédiatement voisine sont également lignifiées et forment un anneau interrompu autour de la précédente membrane. Dans la racine souterraine, à la place des cellules endodermiques si épaisses, il n'existe plus qu'un petit nombre d'éléments légèrement lignifiés; les cellules à parois minces, au contraire, sont devenues bien plus nombreuses, on en compte six ou sept au lieu d'une en face des faisceaux du bois. En même temps, l'assise corticale externe adossée à la membrane endodermique se modifie également, toutes ses cellules sont encore lignifiées, mais leur paroi est maintenant très mince. En somme, sous le sol les parois des cellules deviennent moins épaisses et la lignine s'y produit plus difficilement.

L'endoderme de l'*Anthurium viride* a une structure assez semblable à la précédente, et il se modifie d'une manière identique. Cet endoderme présente deux sortes de cellules dans la racine aérienne; les unes, groupées au nombre de trois ou quatre, placées en face des faisceaux libériens, ont des parois fortes et très lignifiées; les autres, au nombre de cinq ou six, se trouvent à l'extrémité de chaque faisceau ligneux, et leur membrane, quoique beaucoup plus mince, est cependant légèrement imprégnée de lignine (pl. VI, *end* et *pp*, fig. 14). Dans la racine souterraine, la distinction précédente en deux groupes de cellules se maintient; seulement les premières, bien qu'encore lignifiées, sont bien moins épaisses et doublées à l'intérieur de cellules minces et plissées; et les secondes, purement cellulosiques, présentent les plissements caractéristiques de l'endoderme (fig. 13).

La tendance à la distinction des deux sortes d'éléments dans la gaine protectrice se retrouve chez l'*Hedera Helix;* mais, pour cette espèce, les cellules subérifiées ou non imprégnées de cette substance alternent irrégulièrement dans la racine aérienne. Les parois de cette même assise gardent leur simplicité primitive dans la racine qui se développe en terre.

Enfin il peut arriver, dans quelques cas (*Monstera repens*, pl. VI, fig. 15 et 16; *Ruyschia Souroubea*, pl. V, fig. 11 et 12; *Tornelia fragrans*, pl. VII, fig. 23 et 24), que pour les deux racines les plissements ordinaires soient visibles dans les deux organes qui se sont développés dans des milieux différents. Cette identité de structure peut se comprendre, au moins dans ces deux derniers cas, si l'on remarque que la gaine dure séparant l'écorce des vaisseaux est à l'intérieur de l'endoderme chez le *Ruyschia* et à l'extérieur chez le *Tornelia.* La même fonction est remplie par une autre membrane.

Il résulte de ce qui vient d'être exposé que, comme pour les tiges, le développement de l'endoderme subit un retard plus ou moins important quand les racines séjournent sous le sol. Dans ce milieu, les parois des cellules ne s'accroissent pas en épaisseur et ne s'imprègnent pas de lignine, comme cela arrive quand les racines s'accroissent à l'air. L'endoderme sert à rendre, dans ce dernier cas, plus difficile ou impossible la diffusion des liquides.

7° *Cylindre central.* — Comment se modifient le péricycle, les vaisseaux, le tissu fondamental et la moelle?

1. *Péricycle.* — L'assise périphérique des racines aériennes est souvent entièrement lignifiée; c'est ce que l'on constate chez un *Angrecum eburneum* (pl. VI, fig. 19 et 20), par exemple; dès que cette racine pénètre dans le sol, les parois deviennent minces en face des faisceaux du bois (fig. 21). Une pareille transformation se manifeste également dans le cas du *Philodendron Siemsi*, lorsqu'on étudie le passage de la partie aérienne à la partie souterraine. Les cellules à parois minces

de l'assise périphérique dédoublée ou péricycle (fig. 33) deviennent plus nombreuses (fig. 36), et celles qui restent lignifiées sont à parois plus épaisses. Dans les régions plus profondément enfoncées dans le sol, toutes les parois sont minces (fig. 34 et 35).

La lignification qui existe dans les deux cas précédents sur tout le pourtour du cylindre central ne s'étend pas toujours à toutes les cellules de l'assise périphérique dans la racine aérienne, ainsi qu'on peut s'en rendre compte chez le *Ruyschia Souroubea* (pl. I, fig. 12); mais dans ce cas, sous le sol, les parois des éléments de cette membrane sont purement cellulosiques (fig. 13).

2. *Système vasculaire.* — Le système vasculaire est également modifié par le milieu. Le système conducteur de ces sortes de boutons aériens de la Courge, dont j'ai parlé, est beaucoup plus important que celui de la région enterrée.

Dans le premier cas, les faisceaux secondaires deviennent beaucoup plus puissants que dans le second, le cylindre central étant plus élargi, les vaisseaux peuvent se produire en plus grand nombre quand les racines demeurent à l'air.

Les mêmes différences s'observent chez le *Tornelia fragrans* (pl. VII, fig. 25 et 26), le *Phœnix dactylifera* (pl. VII, fig. 29 et 30), l'*Anthurium viride* (pl. VI, fig. 13 et 14) ; les vaisseaux externes sont seuls lignifiés dans la région périphérique; de même pour le *Philodendron Siemsi*, le nombre des vaisseaux lignifiés diminue quand on compare successivement les régions de plus en plus profondément enterrées (pl. VII, fig. 34 et 35).

3. *Tissu fondamental.* — Les changements de structure, quand le milieu varie, sont surtout remarquables pour le tissu fondamental.

Il peut arriver, chez quelques espèces, que tout le cylindre central soit lignifié dans la racine aérienne, sauf le liber mou. Dans ces cas, si l'on vient à examiner une partie souterraine

voisine de la surface du sol, on observe que le tissu qui entoure la pointe des faisceaux du bois n'est plus lignifié (*Angrecum*, pl. VI, fig. 20 et 21); d'autres fois l'influence première du milieu souterrain se manifeste par une simple diminution d'épaisseur de toutes les parois du tissu fondamental et par la non-lignification de la moelle (*Vanilla aromatica*).

La même diminution dans l'épaisseur des parois est également très sensible pour les racines soutreraines du *Vanda suavis*. Toutes les cellules du cylindre central des racines de cette espèce qui pendent dans l'air sont, en effet, très épaisses, très lignifiées, de sorte que cette masse axiale est difficile à couper; les faisceaux vasculaires sont absolument confondus au milieu du tissu fondamental et du péricycle transformés. On ne parvient à les retrouver que grâce aux interruptions de l'endoderme prosenchymateux qui se trouvent en face d'eux et grâce aux faisceaux de liber mou qui alternent avec eux. Dans la racine qui se développe en terre, toute la portion externe du cylindre central demeure colorable par le sulfate d'aniline; la région médullaire reste incolore quand on emploie ce réactif. L'influence du milieu terrestre est également manifestée par la minceur des parois encore lignifiées. L'*Anthurium magnificum* se modifie d'une manière tout à fait semblable à celle qui vient d'être décrite.

Chez d'autres espèces, tout le cylindre central n'est pas lignifié dans le milieu aérien, un faible tissu parenchymateux entoure la pointe du faisceau du bois, c'est ce qu'on observe dans le cas du *Philodendron Siemsi;* quand on étudie le passage de la structure aérienne à la structure souterraine de la racine de cette espèce, on voit la lignine disparaître presque complètement des parois des cellules du tissu fondamental, sauf au voisinage des faisceaux ligneux (pl. VII, fig. 34); ce tissu, dernière trace de l'influence du tissu aérien, disparaît bientôt dans une région plus enterrée (fig. 35).

Il arrive souvent que le liber n'est pas entouré complètement de tissu lignifié; ce dernier tissu a, dans ce cas, en sec-

tion transversale, l'aspect d'une roue dentée. Le *Ruyschia Souroubea* (pl. V, fig. 12) se rattache à ce type, ainsi que le *Tornelia fragrans* (pl. VII, fig. 25); mais, tandis que dans la racine souterraine de la première espèce une partie seulement du tissu fondamental est restée à l'état de parenchyme (fig. 13), il n'y a de lignifié dans le cylindre central de la seconde que quelques vaisseaux (fig. 26).

Les modifications que l'on constate en examinant successivement les deux racines d'une plante ne sont pas toujours aussi saillantes; les différences à signaler n'en sont cependant pas moins importantes. Chez l'*Hedera Helix*, la racine aérienne présente un système ligneux central compact, formé par une étoile à cinq pointes qui correspondent aux cinq faisceaux primaires; la partie centrale de cette masse lignifiée est constituée par des fibres à parois épaisses à ponctuations tournantes. La racine souterraine a la même structure générale, la partie médiane est ligneuse et l'ensemble forme également une étoile à cinq rayons; seulement les parois de la région centrale sont très peu épaisses, et les mêmes ornements ne s'y observent pas.

Toutes les racines, qui dans les espèces précédentes s'accroissent à l'air, ont une moelle compacte et fibreuse; il n'en est pas toujours ainsi pour les mêmes organes qui se développent dans ce même milieu. J'ai eu l'occasion d'examiner des racines de Cerisier (*Prunus Cerasus*) par hasard aériennes, dont la moelle n'est pas lignifiée; cet organe possède cependant les caractères d'une partie développée en dehors du sol. La périphérie de cette moelle très élargie est formée de cellules à cavité très réduite et à paroi ligneuse.

Quelques-uns de ces organes de l'espèce précédente m'ont présenté un phénomène de coalescence intéressant. Dans une de ces racines fasciées, la base est aplatie, et à son extrémité apparaissent trois mamelons qui vont se séparer en trois racines distinctes. Sur d'autres échantillons, la séparation est plus complète, de sorte qu'on peut très facilement étudier comment chaque racine s'isole dans l'ensemble. A l'origine,

les cylindres centraux des racines sont confondus en un seul cylindre très aplati, qui a la même structure que celui qui a été décrit à l'instant. Au voisinage de l'extrémité, le cylindre central unique se sépare en deux ou trois cylindres qui correspondent à autant de racines distinctes. Cette structure est absolument semblable à celle qui a été citée pour le Lierre par M. Caspary (1). Il résulte de cette organisation que la fasciation n'est pas due à la soudure d'axes distincts (2), mais tient à la division du point végétatif en plusieurs parties ainsi qu'Alex. Braun l'a autrefois pensé (3).

La structure de la racine aérienne précédente se retrouve chez le *Piper cadsura;* la moelle parenchymateuse y est entourée d'un cercle d'éléments fibreux lignifiés qui réunissent les faisceaux vasculaires entre eux. Une organisation très différente s'observe dans la racine souterraine, même âgée; l'anneau ligneux manque autour de la moelle, et les faisceaux du bois restent séparés les uns des autres dans leur partie interne.

Dans ces deux derniers cas, la moelle n'est pas lignifiée, même dans la racine développée à l'air; il peut arriver enfin que, dans ce même milieu, le tissu fondamental ne se transforme en fibres que par places. C'est ce qu'on peut constater pour le *Monstera repens;* de nombreux groupes de parenchyme non colorable se trouvent isolés au milieu d'un tissu ferme et colorable en jaune par le sulfate d'aniline (pl. VI, fig. 15). Une telle abondance de tissu ligneux ne se retrouve pas dans une vieille racine souterraine; les éléments peu nombreux qui sont encore imprégnés de lignine ont leurs parois très minces (fig. 16).

L'examen des différents exemples qui viennent d'être étudiés établit que la lignine se développe surtout dans le corps central de la racine quand elle s'accroît à l'air.

(1) *Gebænderte Wurzeln eines Epheustockes* (*Schriften der physikalisch œkonomischen Gesellschaft zu Kœnigsberg*, 1882, p. 112).

(2) Telle était l'opinion de Moquin-Tandon (*Tératologie végétale*, p. 152).

(3) *Individuum der Pflanze*, p. 56.

En résumé, par suite du séjour à l'air, on constate que dans la racine adventive :

1° L'écorce diminue ;

2° Le cylindre central augmente ;

3° Les fibres qui entourent les canaux sécréteurs, celles qui constituent les faisceaux fibreux de l'écorce, ou bien les cellules lignifiées qui forment un anneau dans le tissu cortical ont leurs parois plus épaisses ;

4° Les cellules de l'endoderme sont plus dures et plus imperméables ;

5° Le péricycle se lignifie souvent, ainsi que le tissu fondamental du cylindre central ;

6° Les vaisseaux imprégnés de lignine sont plus nombreux.

Une racine étant maintenue sous le sol, les cellules de l'écorce augmentent de volume ; et ces éléments, gonflés de suc, ont souvent des noyaux plus visibles que dans les racines aériennes. Le milieu souterrain détermine également une réduction de la moelle ; par conséquent l'absence de tissu médullaire, qui a été autrefois regardée comme un caractère distinctif de la racine, indique seulement que cet organe se développe le plus souvent en terre. Le séjour sous le sol amène souvent une destruction complète ou partielle de l'écorce, qui n'est arrêtée que par la production d'une couche subéreuse qui préserve les tissus internes. Enfin, parmi les modifications dues au milieu terrestre, les plus frappantes sont surtout celles qui atteignent les éléments lignifiés, le prosenchyme et les vaisseaux. Ces changements sont particulièrement intéressants à étudier pour l'endoderme, car ils correspondent à une modification de fonction très notable. La gaine dure et épaissie des racines aériennes entrave ou empêche entièrement le passage des liquides de l'écorce vers le cylindre central et réciproquement ; les places perméables sont, au contraire, considérablement élargies quand la racine se développe sous le sol ; souvent même les arcs imperméables manquent complètement, et les liquides puisés dans le sol arrivent aisément aux vaisseaux en traversant l'écorce.

Après avoir étudié l'action des milieux terrestre et aérien, je vais rechercher si l'action de l'eau se manifeste aussi clairement dans la racine.

II. — RACINES AQUATIQUES ET SOUTERRAINES.

L'étude de l'influence du milieu aquatique sur les racines n'a pas été faite d'une manière spéciale, mais l'examen de la structure des racines aquatiques qui ont été décrites jusqu'ici peut être très instructif, maintenant qu'on sait comment le séjour dans l'eau modifie les tiges.

M. Van Tieghem a décrit, dans son mémoire sur la racine (1), un certain nombre de racines de Monocotylédones dont l'organisation est plus simple que celle de la plupart de ces mêmes organes dans cette classe de plantes. Or les espèces énumérées dans ce chapitre sont toutes aquatiques; l'anatomie comparée seule peut donc amener à penser que cette simplification de structure est due au milieu spécial dans lequel se développent ces plantes. La réduction signalée par l'auteur varie suivant les plantes étudiées; on peut les rapporter à plusieurs types de dégradation croissante.

1° Dans un premier groupe, l'organisation ordinaire se maintient, avec une diminution dans le nombre des vaisseaux du bois ou des éléments libériens. Chez l'*Hydrocleis Humboldtii*, chaque faisceau vasculaire ne possède plus qu'un vaisseau, chaque faisceau libérien n'est plus constitué que par une seule file de cellules étroites ou allongées.

2° L'*Elodea canadensis* se rattache à un deuxième type, dans lequel les cellules clairement désignées pour devenir des vaisseaux résorbent, en général, leur paroi avant que leur épaississement soit sensible.

3° Chez le *Najas major*, il existe encore dans le cylindre central deux assises de simples cellules autour d'une cavité

(1) *Symétrie de structure des plantes* (*Ann. des sc. nat.*, 5e série, t. XIII, p. 159).

centrale : l'assise externe est la membrane rhizogène; l'assise interne devrait se différencier en bois et liber, mais cette transformation ne s'opère pas.

4° La réduction est encore plus grande pour les Lemnacées, car le cylindre central n'est plus formé, chez ces plantes, que par une assise de cellules entourant une lacune axiale. La cellule mère du système libéro-ligneux ne s'est pas même différenciée avant de se résorber.

Ces exemples font donc pressentir que le milieu aquatique peut réduire le système vasculaire de la racine, et même, dans quelques cas, empêcher complètement sa formation.

Un autre fait ressort également de la lecture attentive du même mémoire : dans presque toutes les racines décrites par l'auteur, l'écorce est creusée de cavités. Leur importance est variable, ce sont quelquefois de simples méats; le plus souvent, ce sont de véritables lacunes, quand les racines sont véritablement aquatiques.

Les racines aquatiques peuvent encore offrir un autre caractère, qui rappelle un de ceux signalés pour les tiges qui se développent dans l'eau. M. Caspary (1) dit, en parlant de l'*Hydrilla verticillata*, que « comme la tige, la racine manque de moelle ». Le même botaniste a constaté que le même tissu manque chez l'*Elodea canadensis* (2). Or on a vu que le milieu aquatique détermine une grande diminution dans l'épaisseur du cylindre central et par suite dans la moelle. Le même effet semble, par conséquent, se retrouver dans la racine.

J'ai pu constater expérimentalement et vérifier par l'anatomie comparative l'existence d'un certain nombre de modifications dues à l'influence du milieu, dont je vais faire l'exposé.

1° *Lacunes*. — Comme pour les tiges, j'ai trouvé que le séjour des racines dans l'eau détermine soit la formation, soit l'accroissement du système lacunaire. L'exemple le plus frap-

1) *Les Hydrillées* (*Ann. des sc. nat.*, 4° série, 1858, t. IX).

(2) *Loc. cit.* p. 374 et *Bot. Zeitung*, 1853, p. 801.

pant que je puisse citer à ce propos est celui du *Bidens tripartita* dont j'ai eu l'occasion de récolter deux pieds aux bords de l'étang de Saint-Quentin, l'un dont les racines sont aquatiques, l'autre dont les racines sont souterraines. Le premier échantillon s'était développé dans l'eau, le second sur les bords du lac, mais en terre ferme. Le milieu aquatique a déterminé, dans le premier cas, une extension considérable des lacunes (pl. VIII, fig. 52) qu'on ne retrouve pas dans le second (fig. 51).

J'ai pu observer la même modification récemment dans les Pyrénées, chez un *Alnus glutinosa*. Les racines de cette plante pendent à l'air le long d'un rocher sur lequel coule l'eau d'une cascade; les organes se développent donc dans une gaine d'eau. Ce milieu aquatique détermine la production de nombreuses radicelles et l'apparition d'une coloration rouge à la surface de ces racines. Dans ces jeunes radicelles aquatiques, l'action du milieu se manifeste, non pas encore par la formation de lacunes dans l'écorce, mais par le développement de méats entre presque toutes les cellules. Ce n'est que dans les racines plus âgées, quand leur séjour plus long permet à l'influence de l'eau de se manifester nettement, que les lacunes véritables existent. Ce sont de grandes cavités à air irrégulièrement séparées entre elles par une assise de cellules qui se divise en certains points pour entourer deux lacunes.

J'ai observé également à la base d'un *Populus pyramidalis* poussant au bord d'un ruisseau, une riche touffe de racines aquatiques, rouges comme les précédentes. Le tissu cortical de ces organes indique encore qu'ils ont pris leur accroissement dans l'eau, car il existe entre les cellules des méats très importants et très nombreux.

J'ai pu, de même, constater pour les racines aquatiques du *Tornelia fragrans* (pl. VIII, fig. 40) et de l'*Anthurium angustatum* la même formation de lacunes dans l'écorce.

2° *Cellules de soutien de l'écorce.* — Le milieu aquatique détermine aussi la réduction des appareils de soutien, soit de

l'écorce en général, soit des canaux sécréteurs corticaux en particulier. J'ai signalé plus haut l'existence d'un anneau de cellules fortement épaissies, ponctuées et lignifiées dans les racines aériennes du *Tornelia fragrans* (pl. VII, fig. 23). Dans une racine de cette plante qui s'est développée dans un réservoir d'eau des serres du Jardin public de Bordeaux, j'ai constaté que cet anneau n'est plus formé que d'une assise de cellules, parmi lesquelles toutes ne sont pas lignifiées, et quand l'épaississement se produit il reste faible (pl. VIII, fig. 41).

Les canaux sécréteurs des *Philodendron* sont entourés dans les racines aériennes d'un anneau de fibres ; si une de ces racines vient à s'accroître dans l'eau (pl. VIII, fig. 40, *cs*), l'anneau précédent peut disparaître complètement dans les régions profondément submergées.

3° *Épaisseur de l'écorce et du cylindre central.* — J'ai également fait quelques expériences disposées comme celles que j'ai décrites précédemment. Pour obtenir des racines développées dans l'eau, je place les graines sur un petit tamis de fil avec de la mousse, tout ce système étant posé sur un verre contenant de l'eau ; les racines sortent par les mailles du tamis et viennent s'accroître dans le liquide. Pendant ce temps, des graines semblables de la même espèce sont mises dans de la mousse, et leurs racines grandissent dans le sable qui se trouve en dessous.

J'ai ainsi obtenu les nombres suivants pour les épaisseurs de l'écorce et du cylindre central des deux sortes de racines :

Noms des espèces.	Racine souterraine.		Racine aquatique.	
	Écorce.	Cylindre central.	Écorce.	Cylindre central.
Asphodeline lutea...	25	14	15	8
Lathyrus odoratus...	36	20	12	10
Vicia sativa.........	25	23	29	19
Medicago maculata...	28	10	20	10
Asparagus caspius...	33	16	15	10

Ce tableau montre que le milieu aquatique détermine une

réduction du cylindre central, et le plus souvent une diminution de l'écorce.

Le faible développement du cylindre central, et la réduction de la moelle qui en est une conséquence, est donc dû à l'action du liquide dans lequel se développe la racine.

Si, dans une de ces racines aquatiques, on compare une partie jeune à une région plus âgée, on voit l'écorce augmenter, mais non le cylindre central. Ainsi, chez l'*Asphodeline lutea* précédent, en comparant les sections faites à 1 centimètre de l'extrémité et à 2 centimètres de la pointe de la racine, tandis que l'écorce a augmenté de cinq divisions en épaisseur, le cylindre central est resté presque invariable.

L'action de l'eau détermine donc une réduction de la région centrale.

4° *Vaisseaux et tissus ligneux.* — Cette dernière région interne prenant peu d'extension, il en résulte que le nombre des éléments vasculaires y est peu élevé.

L'expérience établit nettement ce résultat, comme on peut le voir sur ce tableau :

Noms des espèces.	Nombre des vaisseaux du cylindre central de la racine souterraine.	racine aquatique.
Lathyrus odoratus...........	18	10
Asphodeline lutea...........	17	9
Asphodelus pyrenaicus.......	14	12
Asparagus caspius..........	23	14

Il résulte donc nettement de ce tableau que le milieu aquatique empêche la formation d'un certain nombre de vaisseaux. Ce fait est souvent mis en évidence par la simple confrontation des racines aquatiques et des racines souterraines. Il suffit de comparer les deux sections transversales du *Lupinus albus* (fig. 43 et 44), du *Ricinus communis* (fig. 47 et 48) et de l'*Asphodeline lutea* (fig. 49 et 50), pour se convaincre de la réalité de ce changement. Dans ces différents cas, on constate que le faible développement du tissu ligneux est en rapport avec le faible diamètre du cylindre central. Chez le

Lupin comme chez le Ricin, on peut remarquer que la couche génératrice n'existe que dans la racine souterraine; dans cette dernière espèce, le développement du tissu vasculaire est assez important pour que les quatre masses vasculaires, isolées dans la racine aquatique, se rejoignent au centre et forment un seul tout (fig. 47 et 48).

Les racines de *Bidens tripartita*, dont j'ai parlé plus haut, diffèrent entre elles autant par la structure du système vasculaire que par l'organisation de l'écorce. Dans la racine aquatique, on observe quatre centres de lignification formés chacun de deux vaisseaux; ils restent isolés les uns des autres, parce qu'il se forme d'abord une lacune au centre et qu'ensuite le tissu fondamental ne se lignifie pas. La racine souterraine ne présente pas de lacune médullaire et tout le tissu central s'est imprégné de lignine.

Le même retard dans le développement du système vasculaire est sensible quand l'extrémité d'une racine rencontre accidentellement le milieu aquatique et s'y développe. Chez le *Tornelia fragrans*, l'*Alnus glutinosa*, le *Populus pyramidalis*, le système ligneux reste toujours faiblement développé dans ce milieu.

Une différence semblable se manifeste en comparant les deux sortes de racines d'une plante bulbeuse, l'*Allium Cepa*, par exemple, obtenues en mettant le bulbe au-dessus d'un vase rempli d'eau ou en terre. Dans ce dernier cas, la racine souterraine présente en moyenne sept vaisseaux par faisceau, tandis que dans le premier cas la racine aquatique n'en possède que deux ou trois de lignifiés.

Puisque le système vasculaire des racines souterraines est moins important que celui des racines aériennes, il en résulte que c'est à l'air que le nombre des vaisseaux est maximum. Aussi, quand on compare une racine aérienne à une racine aquatique, on trouve que le nombre des vaisseaux est très différent dans les deux cas. La racine aérienne de l'*Asphodelus pyrenaicus* possède vingt-cinq vaisseaux (pl. VIII, fig. 45), tandis que la racine aquatique n'en a que douze (pl. VIII, fig. 46).

Conclusion. — En somme, on voit que lorsqu'une racine est maintenue dans l'eau :

1° Les lacunes augmentent dans l'écorce et la moelle ;

2° Le cylindre central se réduit beaucoup ;

3° Le système de soutien devient moins important que dans les racines aériennes ;

4° Le système vasculaire est moins développé que dans les racines souterraines.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

Il résulte des recherches précédentes, que le séjour des racines à l'air :

1° diminue l'écorce et augmente, au contraire, la moelle ;

2° détermine un accroissement de tout le système fibreux aussi bien cortical que central ;

3° produit une élévation du nombre des vaisseaux lignifiés ;

4° rend les cellules endodermiques plus dures et plus imperméables.

Quand une racine se développe au contraire dans l'eau, ce nouveau milieu :

1° accroît le volume des lacunes ;

2° diminue la moelle ;

3° réduit les systèmes fibreux et vasculaires.

L'ensemble de ces recherches montre nettement que les racines se modifient de la même manière que les tiges quand le milieu varie.

Comme les tiges aériennes, les racines aériennes sont caractérisées par le grand développement du cylindre central, des systèmes fibreux et vasculaires.

Comme les rhizomes, les racines souterraines se distinguent par la grande épaisseur de leur écorce, la réduction de leur moelle et la faible importance des fibres et des vaisseaux.

Comme les tiges aquatiques, les racines poussées dans l'eau rappellent par leur structure les organes souterrains, mais en

diffèrent par la présence de lacunes et par un moindre développement des éléments vasculaires.

L'analogie subsiste, même quand on compare les tiges étiolées aux racines qui ont pris leur accroissement à l'air et à l'obscurité ; l'écorce et le système ligneux y sont moins importants que dans les organes souterrains.

La racine est donc modifiable comme la tige, et, si son organisation paraît très uniforme, c'est qu'elle se développe le plus souvent en terre. C'est à l'influence du milieu, terrestre ou aquatique, qu'il faut attribuer le faible développement de la moelle des racines. L'absence de ce tissu, par conséquent, ne peut pas servir à caractériser anatomiquement la racine.

Le résultat le plus saillant que ces recherches établissent, pour la racine comme pour la tige, c'est que la lignine se forme difficilement sous terre, dans l'eau et à l'obscurité. Les conséquences de cette modification sont très importantes, car les fonctions du tissu fondamental et de l'endoderme se trouvent par cela même entièrement changées.

EXPLICATION DES FIGURES

PLANCHE 5.

Fig. 1 et 2. *Vanda congesta*.

Fig. 1. Racine souterraine;
Fig. 2. Racine aérienne : *pc*, parenchyme cortical; *fc*, cellules lignifiées de l'écorce; *end*, endoderme; *pp*, points perméables; *pn*, parenchyme non lignifié; *v*, vaisseaux du bois; *li*, liber mou; *tl*, tissu lignifié.

Fig. 3 et 4. *Pisum sativum*. — Réd. 1/2.

Fig. 3. Plantule dont la racine a poussé sous terre;
Fig. 4. Plantule dont la racine a poussé à l'air, à la lumière : *t*, tigelle; *g*, graine; *r*, racine primaire.

Fig. 5, 6, 7, 8. *Tropæolum majus*.

Fig. 5. Plantule dont la racine a poussé en terre;
Fig. 6. Plantule dont la racine a poussé à l'air et à l'obscurité : *t*, tigelle; *g*, graine; *rp*, racine principale; *rs*, racines secondaires.
Fig. 7. Section transversale de la racine principale poussée sous terre;
Fig. 8. Section transversale de la racine principale poussée à l'air et à l'obscurité : *a*, assise pilifère; *pc*, parenchyme cortical; *end*, endoderme; *ap*, assise périphérique en voie de division; *li*, liber; *cg*, couche génératrice libéro-ligneuse; *b*, tissu ligneux.

Fig. 9 et 10. *Chamærops excelsa*.

Fig. 9. Écorce souterraine;
Fig. 10. Écorce aérienne : *ap*, assise pilifère; *f*, cellules lignifiées; *n*, noyaux; *pc*, parenchyme cortical.

Fig. 11 et 12. *Ruyschia Souroubea*.

Fig. 11. Racine souterraine;
Fig. 12. Racine aérienne : *fc*, cellules lignifiées corticales; *pc*, parenchyme cortical; *end*, endoderme; *ap*, assise périphérique; *f*, fibres de l'assise périphérique; *b*, vaisseaux du bois; *li*, liber; *tl*, tissu ligneux; *pn*, parenchyme non lignifié.

PLANCHE 6.

Fig. 13 et 14. *Anthurium viride*.

Fig. 13. Racine souterraine;
Fig. 14. Racine aérienne : *pc*, parenchyme cortical; *fc*, fibres corticales; *end*, endoderme; *pp*, points perméables; *pn*, parenchyme non lignifié; *b*, vaisseaux du bois; *tl*, tissu lignifié; *li*, liber; *m*, moelle.

Fig. 15 et 16. *Monstera repens.*

Fig. 15. Racine aérienne;
Fig. 16. Racine souterraine : Mêmes lettres que précédemment.

Fig. 17 et 18. *Coussapoa dealbata.*

Fig. 17. Écorce d'une racine souterraine ;
Fig. 18. Écorce d'une racine aérienne : *ap*, assise pilifère ; *pc*, parenchyme cortical ; *cs*, couche subéreuse ; *fc*, fibres corticales.

Fig. 19, 20 et 21. *Angrecum eburneum.*

Fig. 19. Racine aérienne ;
Fig. 20. Passage de la partie aérienne à la partie souterraine de la racine ;
Fig. 21. Racine souterraine : *pc*, parenchyme cortical ; *fc*, cellules lignifiées de renforcement de l'écorce ; *end*, endoderme ; *pp*, point perméable ; *ap*, assise périphérique ; *v*, vaisseaux du bois ; *pn*, parenchyme non lignifié ; *tl*, tissu lignifié.

PLANCHE 7.

Fig. 22. *Angrecum eburneum.*

Fig. 22. Région périphérique de la section transversale : *v*, voile ; *as*, assise subéreuse ; *pp*, place perméable.

Fig. 23, 24, 25, 26. *Tornelia fragrans.*

Fig. 23. Section transversale de la région interne de l'écorce de la racine aérienne ;
Fig. 24. Section transversale de la même partie de la racine souterraine : *pc*, parenchyme cortical : *fc*, anneau de cellules lignifiées ; *i*, interruptions de l'anneau précédent ; *end*, endoderme.
Fig. 25. Région externe du cylindre central de la racine aérienne ;
Fig. 26. Même région de la racine souterraine : *end*, endoderme ; *ap*, assise périphérique ; *b*, vaisseaux du bois ; *li*, liber ; *pn*, parenchyme non lignifié ; *tl*, tissu ligneux ; *p*, parenchyme entre l'endoderme et l'anneau épaissi.

Fig. 27, 28, 29, 30, 31 et 32. *Phœnix dactylifera.*

Fig. 27. Section de l'écorce de la racine aérienne ;
Fig. 28. Même région de la racine souterraine : *ap*, assise pilifère ; *fc*, fibres corticales ; *pc*, parenchyme cortical.
Fig. 29. Section transversale de la partie périphérique du cylindre central de la racine aérienne ;
Fig. 30. Même région de la racine souterraine : *end*, endoderme ; *ap*, péricycle ; *b*, vaisseaux du bois ; *li*, liber mou ; *tl*, tissu ligneux ; *pn*, parenchyme non lignifié.

Fig. 31. Section d'un faisceau fibreux de l'écorce de la racine aérienne;
Fig. 32. Même région de la racine souterraine : *pc*, parenchyme cortical; *f*, fibres.

Fig. 33, 34, 35 et 36. *Philodendron Siemsi.*

Fig. 33. Section transversale de la région périphérique du cylindre central de la racine aérienne;
Fig. 34. Même région de la racine souterraine au voisinage de la surface sol;
Fig. 35. Même région d'une partie plus enterrée : *fc*, cellules lignifiées de la partie interne de l'écorce : *end*, endoderme; *ap*, péricycle; *pn*, parenchyme non lignifié; *pl*, parenchyme ligneux; *tl*, tissu ligneux; *li*, liber.
Fig. 36. Section transversale indiquant le commencement de transformation des cellules du péricycle : *pc*, parenchyme cortical; *end*, endoderme; *cl*, cellules lignifiées; *ap*, péricycle, dont quelques cellules sont lignifiées.

PLANCHE 8.

Fig. 37, 38, 39 et 40. *Philodendron Siemsi*. Canaux sécréteurs.

Fig. 37. Racine aérienne;
Fig. 38 et 39. Racine souterraine;
Fig. 40. Racine aquatique : *pc*, parenchyme cortical; *tl*, fibres lignifiées; *cs*, canal sécréteur; *lc*, lacunes.

Fig. 41 et 42. *Tornelia fragrans.* Racine aquatique.

Fig. 41. Section transversale de l'écorce : *pc*, parenchyme cortical; *lc*, lacunes corticales; *cl*, cellules lignifiées; *i*, interruptions de l'anneau ligneux; *p*, parenchyme intermédiaire entre l'anneau lignifié et l'endoderme; *end*, endoderme.
Fig. 42. Section transversale de la périphérie du cylindre central. Mêmes lettres que précédemment.

Fig. 43 et 44. *Lupinus albus.*

Fig. 43. Racine souterraine;
Fig. 44. Racine aquatique. Mêmes lettres; *cg*, couche génératrice.

Fig. 45 et 46. *Asphodelus pyrenaicus.*

Fig. 45. Racine aérienne;
Fig. 46. Racine aquatique. Mêmes lettres; *d*, assise périphérique en voie de division.

Fig. 47 et 48. *Ricinus communis.*

Fig. 47. Racine souterraine;
Fig. 48. Racine aquatique. Mêmes lettres.

Fig. 49 et 50. ***Asphodeline lutea.***

Fig. 49. Racine souterraine ;
Fig. 50. Racine aquatique. Mêmes lettres.

Fig. 51 et 52. ***Bidens tripartita.***

Fig. 51. Racine souterraine ;
Fig. 52. Racine aquatique. Mêmes lettres : *lc*, lacunes corticales; ***lm***, lacune médullaire.

CARACTÈRES

DES

PRINCIPALES FAMILLES GAMOPÉTALES

TIRÉS DE L'ANATOMIE DE LA FEUILLE

Par M. Julien VESQUE.

Le présent Mémoire a pour but de donner provisoirement les caractères anatomiques des principales familles Gamopétales, tirés de la structure de la feuille. Il est donc, sous une forme abrégée, la continuation des divers Mémoires que j'ai déjà publiés.

Ces recherches, qui ont porté sur environ 800 espèces appartenant à plus de 300 genres et à 27 familles, n'étaient pas d'abord destinées à voir le jour. Ce sont elles qui m'ont conduit à émettre les idées que j'ai cru devoir adopter comme la base de la détermination des familles à l'aide des caractères anatomiques de la feuille.

Il est facile de comprendre les raisons qui m'ont décidé à publier un résumé succinct de ce travail, qui peut être considéré comme un premier voyage d'exploration sur une terre inconnue.

Je tiens à montrer d'abord que mon premier Mémoire est bien loin d'être le produit de pures spéculations d'esprit prématurées, ainsi que l'ont dit quelques critiques. On a vu en outre qu'à mesure que j'avançais dans l'accomplissement de mon vaste projet, mon plan s'est élargi et que mes recherches, d'abord limitées aux plantes vivantes, embrassent à présent tous les échantillons secs que je puis me procurer, soit dans l'herbier du Muséum, soit dans les herbiers étrangers. Je saisis cette occasion pour remercier publiquement M. le professeur Bureau, MM. Poisson, Hérincq et Bois, et MM. Thiselton

Dyer et Baker de l'obligeance avec laquelle ils m'ont fourni et me fournissent encore les matériaux de mes travaux.

Dans ces conditions, je n'avancerai plus qu'avec une extrême lenteur, et bien des années se seraient écoulées avant que j'eusse pu tirer parti de mes observations préliminaires.

En communiquant aux botanistes les résultats de ces dernières, j'épargnerai à d'autres la peine de se livrer à des recherches analogues, de sorte qu'on pourra d'emblée entreprendre les travaux monographiques qui sont actuellement le véritable désidératum de l'anatomie systématique.

C'est avec la plus grande satisfaction que je vois mes vues si pleinement confirmées par M. Gérard, qui s'est occupé de l'anatomie comparée des Pomacées (anatomie comparée appliquée à la classification). Grâce aux travaux de M. Van Tieghem, notamment sur les canaux sécréteurs, grâce aux nombreux mémoires qui surgissent de toutes parts, en France aussi bien qu'en Allemagne, sur l'anatomie de la tige, et à ceux de M. Radlkofer qui, en envisageant la question à un point de vue plus spécial, a adopté une marche plus lente mais aussi plus sûre, l'anatomie systématique ne peut manquer de prendre un rapide développement, malgré les attaques plus éloquentes et désespérées que graves dont elle est l'objet.

Déjà on se préoccupe en Allemagne de l'histoire de cette science nouvelle, et on a pris à cœur de citer tous les auteurs allemands qui ont eu l'idée d'appliquer l'anatomie à la distinction de l'espèce, sans citer un seul en français, sauf peut-être le mien.

Je dois à la vérité et à la justice de dire qu'aucun de ces travaux n'a un caractère quelconque de généralité, et que Duval-Jouve, dont l'esprit philosophique est bien connu, est de beaucoup antérieur aux plus anciens anatomistes descripteurs allemands (1).

(1) On trouvera à la fin de ce Mémoire un résumé des caractères des familles.

GAMOPÉTALES

Série I. — *Infères.*

Classe I. — RUBIALES.

1. — CAPRIFOLIACÉES

Poils tecteurs (1) unicellulés, cylindriques, aigus, épaissis, lisses ou plus ordinairement ornés de petites perles saillantes ou de stries spiralées; poils capités unisériés à tête pluri-multicellulée, rarement (*Viburnum*) transformées en poils tecteurs par l'hypertrophie des cellules de la tête. Stomates entourés de plusieurs cellules irrégulièrement disposées; cellule mère spéciale naissant à la suite d'un petit nombre (1-3) de divisions inclinées les unes sur les autres; rarement (*Viburnum*) accompagnés de deux cellules latérales parallèles à l'ostiole par suite de l'angle très aigu formé par les deux divisions qui précèdent la formation de la cellule mère spéciale. Cristaux simples, clinorhombiques, parfois à faces concaves ou agglomérés en oursins, très rarement (*Sambucus*) pulvérulents, composés de fragments anguleux, ou nuls (? *Adoxa*) (2). Laticifères et autres glandes internes nuls (sauf *Sambucus*).

La famille des Caprifoliacées serait extrêmement homogène si on en retranchait les genres *Adoxa*, *Sambucus* et *Viburnum*.

Les poils tecteurs ne subissent que des modifications insignifiantes (pl. 9, fig. 2); ils se raccourcissent sur la corolle pour prendre, à l'intérieur de l'éperon de la corolle des *Loni-*

(1) Je substitue le nom de « poils tecteurs » à celui de « poils mécaniques » que j'ai employé jusqu'à présent, d'abord parce qu'il est assez difficile de préciser le sens du mot mécanique, et ensuite parce que bon nombre de poils capités ne sont pas manifestement glanduleux.

(2) On s'accorde assez généralement aujourd'hui à ranger cette curieuse plante parmi les Caprifoliacées, dans le voisinage de *Sambucus*, malgré les différentes anomalies qui ont été observées dans la structure florale (voy. Payer, Wydler, A. Braun). MM. Bentham et Hooker considèrent l'opposition des feuilles comme un des principaux caractères qui éloignent l'*Adoxa* de la famille des Araliacées; cela est inexact : les écailles du rhizome et les deux grandes feuilles radicales sont alternes; seules les deux préfeuilles, très développées, du rameau floral sont opposées, mais la disposition décussée se maintient dans toute l'inflorescence.

cera et des *Triosteum*, la forme ellipsoïde, pédiculée, droite ou oblique; ils ont d'ailleurs la même forme dans l'*Adoxa*, dans les *Sambucus* et dans les *Viburnum*, mais ce dernier genre présente une anomalie en ce sens qu'ils sont souvent fasciculés (*V. Tinus*) à la manière des poils des *Malvales*, et deviennent difficiles à distinguer des poils capités, métamorphosés en poils tecteurs (*V. Keteleeri*, *macrocephalum*, etc.).

Dans les genres *Lonicera*, *Leyceste ria*, *Tristeum*, *Linnæa Abelia*, les poils capités (fig. 1) se composent d'un pédicule assez allongé, unisérié, 2-pluricellulé, terminé par une tête pluricellulée, divisée verticalement et horizontalement, incolore ou colorée en jaune ou en rouge-carmin (*Triosteum perfoliatum*, jeune âge *Leycesteria formosa*, ovaire). Le maximum de complication a été observé sur les poils glanduleux trapus à pied 2-cellulé qui garnissent l'intérieur du tube de la corolle du *Linnæa borealis*.

La transformation des poils capités peut être étudiée avec le plus de fruit sur les espèces du genre *Viburnum*. Dans les *V. Opulus*, *acerifolium*, *plicatum*, etc., nous trouvons le mélange ordinaire de poils tecteurs et de poils glanduleux; mais on reconnaît aisément que les cellules de la tête ont déjà une tendance à s'accroître d'une manière indépendante, surtout la dernière cellule, qui prend souvent l'apparence d'une cellule apicale.

Dans le *V. Keteleeri*, la face supérieure des feuilles est garnie de poils simples, la face inférieure de poils capités dont chaque cellule s'est allongée en forme de cône en même temps qu'elle a épaissi ses parois et que les parties communes aux différentes cellules se sont pourvues de ponctuations canaliculées. Les *V. Lantana* et *cotinifolium* portent à la face supérieure des poils isolés ou fasciculés et à la face inférieure des poils étoilés semblables à ceux du *V. Keteleeri*. Reste un troisième groupe représenté par les *V. pyrifolium* et *Lentago* dans lequel les poils primitivement tecteurs, paraissent faire défaut et sont remplacés par des poils capités, transformés par l'avortement presque complet du pédicule, en un écusson convexe

(fig. 4) appliqué à plat sur la feuille et composé de 4-8 cellules rayonnantes, brièvement fourchues à leur bord libre, à la manière des cellules marginales d'un *Pediastrum*, et appliquées les uns contre les autres de manière à former sur le bord du poil un nombre de saillies double de celui des cellules (*V. pyrifolium*), ou un nombre égal de saillies, dont chacune résulte de la fusion des cornes hétérologues de deux cellules contiguës (*V. Lentago*).

Les divisions qu'on pourrait établir sur ces distinctions, me paraissent être fort naturelles et concordent bien avec les sections de De Candolle, à condition de séparer les *Tinus* des vrais *Lentago* et de rapprocher le *V. acerifolium* par exemple des *Opulus*, en dépit du dimorphisme des fleurs de cette dernière section.

Des poils en écusson circulaires assez semblables à ceux des *Viburnum* se rencontrent à la face inférieure des feuilles des *Symphoricarpus* et des *Diervilla;* ils sont ordinairement composés d'un petit nombre de cellules dans le premier genre, de cellules très nombreuses dans le second.

Le mode de développement des stomates est semblable à celui des Crucifères (fig. 2), les cellules filles successives se divisent par une cloison inclinée d'environ 60 degrés sur la cloison précédente: le nombre des divisions qui précèdent la formation de la cellule mère spéciale, est variable (1-3), mais sur la feuille adulte, on ne reconnaît plus guère ce mode de développement; les cellules accessoires de l'appareil stomatique devenant semblables aux autres cellules épidermiques, contrairement à ce qui se produit dans les Crucifères, et la direction des cloisons se perdant dans les fortes ondulations des parois verticales. Il peut arriver, pour ainsi dire par le hasard de la disposition des cellules, que le stomate est accompagné de deux cellules parallèles à l'ostiole, mais ce n'est pas là la seule cause qui produise cette disposition, car on peut observer sur la même feuille de quelques *Viburnum* (fig. 5), un mélange de stomates crucifères et de stomates rubiacés, accompagnés de deux cellules latérales, souvent moins ondu-

leuses que les autres cellules épidermiques, et cela par suite de l'acuité extrême de l'angle formé par deux cloisons successives (*V. Lentago*, *acerifolium*, *Tinus*), mais cela ne peut donner lieu à aucune méprise, parce que ces cellules latérales sont toujours beaucoup moins différenciées que dans les Rubiacées, et tendent toujours à s'effacer au milieu des tissus épidermiques environnants.

Je n'ai rien à ajouter à ce qui a été dit au sujet des cristaux d'oxalate de chaux. La poussière cristalline des *Sambucus* sépare nettement ce genre des autres Caprifoliacées, elle a quelque analogie avec celle de la plupart des Solanées.

Ce même genre *Sambucus* est, en outre, caractérisé par des files de cellules sécrétrices qui se rapprochent des laticifères des Sapotacées et situées dans l'écorce en dehors des faisceaux et sur le pourtour de la moelle. Ces glandes avaient été prises d'abord pour des Rhizomorphes jusqu'à ce que Oudemans (1) et M. Dippel (2) en eussent démontré la véritable nature.

APERÇU GÉNÉRAL DE L'HOMOGÉNÉITÉ DE LA FAMILLE.

L'anatomie est impuissante au sujet de l'*Adoxa*, plante vivace herbacée dont les caractères anatomiques de la feuille ne sont pas parvenus à un développement suffisant pour acquérir une valeur quelconque.

La liaison des Caprifoliacées aux Rubiacées est anatomiquement établie par les *Viburnum*, dont l'appareil stomatique flotte entre la forme caractéristique des Caprifoliacées et la forme des Rubiacées; on sait que des espèces de ce genre présentent des stipules, concomitance certes bien remarquable.

Je suis obligé de réserver mon jugement au sujet du genre

(1) Oudemans, *Verslag. K. Akad. van Wetenschappen*, 2e sér., t. VI, 1872.

(2) Dippel, *Die milchsaftführenden Zellen der Hollunderarten* (*Verhandl. d. Nat. Vereins f. Rheinland u. Westphalen*, t. XXII, p. 1-9).

Sambucus, et je crois qu'en cela je ne suis ni plus ni moins heureux que les organographes.

Il reste ainsi un noyau composé des genres *Lonicera*, *Triosteum*, *Abelia*, *Linnæa*, *Leycesteria*, etc., qui passe par les *Symphoricarpus* et les *Diervilla* aux *Viburnum*. Ce passage est rendu manifeste par la transformation insensible des poils capités en poils tecteurs, mais il n'est pas continu, car des *Symphoricarpus* aux *Diervilla* il y a un chemin presque aussi long que du même genre aux *Viburnum*.

La structure du pétiole varie (1).

Le faisceau étant unique, prend la forme d'un ruban courbé en gouttière largement ouverte en haut (*Symphoricarpus racemosa*) à moins qu'il ne soit très faible, auquel cas sa section se rapproche d'un cercle (*Linnæa borealis*).

Lorsque les faisceaux sont plus nombreux, il est probable que leur nombre et leur disposition sont en relation avec le

(1) La structure du pétiole et des nervures dépend en grande partie des dimensions de la feuille, mais elle n'en dépend pas entièrement : il importera donc de préciser en quoi cette structure peut revêtir la dignité d'un caractère de genre, de tribu ou de famille, et en quoi elle descend, au contraire, à l'état d'un simple caractère d'espèce. Ce ne sera pas là une tâche très facile, à cause de l'enchevêtrement et de la dépendance réciproque des caractères.

Le nombre des faisceaux qui parcourent le pétiole est certainement un caractère d'ordre supérieur lorsque ces faisceaux se conservent séparés dans l'axe où chacun d'eux joue un rôle distinct dans l'architecture de l'échafaudage de la tige, et plus spécialement des nœuds.

Ce nombre est, au contraire, beaucoup moins important lorsque, par exemple, tous les faisceaux d'une même feuille, restant parfaitement contigus, réunis en un même ruban libéro-ligneux dans la tige, peuvent, à la rigueur, être considérés comme les fascicules disjoints d'un seul et même faisceau. On voit que cette distinction correspond assez exactement à celle qui a été établie par Nägeli en « *verschränktläufige Bündel* » et « *nebenläufige Bündel* ».

M. de Bary (*Vergl. Anat.*, p. 245) a fort bien reconnu cette distinction, quoiqu'il n'ait pas jugé à propos d'insister beaucoup sur le côté taxinomique de la question. Il reconnaît, en effet, que le parcours des faisceaux dans la tige se réduit parfois à l'état d'un caractère d'adaptation, mais qu'il prend le plus souvent la valeur d'un caractère « anatomique ».

Cette étude spéciale sortant du cadre de ce travail et nécessitant des recherches comparées très étendues qui promettent des résultats fort intéressants, je suis obligé d'être très réservé au sujet de l'interprétation taxinomique de la structure fasciculaire du pétiole.

parcours des faisceaux dans la tige, ainsi que cela a été constaté pour le Sureau, un des exemples classiques des *verschränktläufige Bündel*. La plus grande variété règne sous ce rapport, ainsi que vont le prouver les quelques exemples suivants :

Lonicera Standishii : trois faisceaux de volume presque égal; *L. iberica* : un seul faisceau accompagné à la base de deux faisceaux stipulaires. En général, la feuille des *Lonicera* reçoit trois faisceaux dont les latéraux se croisent dans la tige avec ceux de la paire de feuilles suivantes (Nægeli).

Triosteum perfoliatum. La base de la feuille à limbe décurrent reçoit neuf faisceaux décroissant rapidement de volume du milieu vers les côtés.

Viburnum Opulus : un large faisceau rubané arqué en demi-circonférence et deux petits faisceaux séparés correspondant aux deux cornes du faisceau moyen; souvent quelques faisceaux isolés libéro-ligneux ou purement libériens dans la concavité du faisceau moyen.

V. Tinus. Même structure; mais le faisceau moyen, fortement recourbé, se referme en anneau, de sorte qu'il y a un faisceau annulaire médian et deux petits faisceaux angulaires.

En l'absence de données suffisantes sur le parcours des faisceaux dans la tige, et sur les stipules plus ou moins avortées, il serait inutile de prolonger cette énumération.

VARIATIONS ÉPHARMONIQUES.

Tout le monde connaît les variations que présente le port des Caprifoliacées. A part quelques plantes herbacées (*Adoxa* et quelques *Sambucus*) cette famille renferme des arbustes dressés, des arbustes grimpants, un sous-arbrisseau couché (*Linnæa*) et un arbuste quelque peu *jasminoïde*, le *Leycesteria formosa*. Dans cette dernière plante le port jasminoïde entraîne avec lui la plupart des caractères anatomiques qui lui sont propres : une partie de l'écorce primaire de la tige prend la structure du mésophylle de la feuille; la persistance de l'épi-

derme, combinée avec l'accroissement en épaisseur de l'axe, nécessite des divisions secondaires dans les cellules épidermiques, etc., etc.; le port sarmenteux des *Caprifolium*, combiné avec la présence de longues fibres libériennes sensiblement parallèles, les entre-nœuds étant très allongés, et avec le rhytidome annulaire donnent à l'écorce cette apparence filandreuse qu'on remarque également sur les *Vitis* et les *Clematis* : ressemblance qui me paraît être due aux adaptations semblables.

Quant aux caractères purement épharmoniques, ils sont peu variés; il est vrai que je n'ai étudié que les espèces cultivées. Le mésophylle est toujours bifacial; de structure médiocrement héliophile. Les cellules en palissades sont à peine indiquées dans le *Triosteum* et dans quelques *Viburnum*, bien développées au contraire dans d'autres *Viburnum*, dans le *Sambucus nigra*, dans la plupart des *Lonicera* et surtout dans le *Leycesteria*. Le mésophylle du *Linnæa borealis* se signale par le développement extrême de ses méats intercellulaires.

Les fibres mécaniques qui accompagnent les faisceaux du limbe sont parfois très apparentes (*Viburnum Tinus*), mais ordinairement très larges et peu épaissies; elles forment souvent au-dessus et au-dessous des faisceaux, des massifs puissants qui les rattachent aux deux épidermes (*Lonicera Standishii*).

Les épidermes sont presque toujours onduleux, le supérieur sans stomates, avec ou sans stries cuticulaires; mais la nature des ondulations de l'épiderme supérieur fournira de bons caractères d'espèces : presque rectiligne dans le *Leycesteria*, il est peu onduleux dans le *Symphoricarpus racemosa*, très fortement sinué dans le *Triosteum*, sinué et pourvu d'épaississements collenchymatoïdes irréguliers dans le *Viburnum Tinus*, finement onduleux et pourvu de ponctuations plates qui correspondent aux sinus des ondulations dans le *Linnæa borealis*; sinué en zigzag, à la manière de l'épiderme des pétales d'un grand nombre de plantes dans le *Viburnum Opulus*.

2. — RUBIACÉES.

Poils tecteurs simples unisériés, 2-multicellulés, rarement unicellulés par la réduction extrême de leur longueur, très rarement allongés et unicellulés; poils glanduleux nuls. Stomates toujours accompagnés d'au moins deux cellules latérales parallèles à l'ostiole. Cristaux variés suivant les groupes naturels, simples clinorhombiques ou mâclés, composés, en oursins,aciculaires, raphides ou poudre cristalline. Laticifères proprement dits et autres glandes internes nuls.

Les poils unisériés, allongés, lisses ou ornés de perles cuticulaires, épaissis ou à parois minces, aigus ou arrondis au sommet, sont les seuls qu'on rencontre sur les organes végétatifs des Rubiacées (pl. 9, fig. 6), qui diffèrent ainsi avec la plus grande netteté des Caprifoliacées chez lesquelles les poils unicellulés sont mêlés aux poils glanduleux capités ou à des formes mécaniques qui en dérivent. Cependant il n'est pas très rare d'y rencontrer des poils unicellulés et cela dans deux cas: 1° lorsque ces organes sont trop petits pour se diviser; 2° dans quelques espèces isolées qui portent des poils allongés les uns unisériés, les autres unicellulés (*Randia tetrasperma*). L'interprétation que j'ai donnée au premier de ces cas s'impose immédiatement lorsqu'on examine les feuilles du *Bouvardia cordifolia ;* en effet, chaque cellule épidermique de la face supérieure se soulève en une petite pointe conique ornée de quelques stries cuticulaires rayonnantes, tandis que quelques cellules privilégiées produisent une saillie plus forte à laquelle on ne peut plus refuser la qualification de poil et qui ne peut guère se diviser en raison de sa brièveté extrême; d'un autre côté, la tendance à la division transversale se trahit nettement dans les poils courts et coniques qu'on rencontre sur le pétiole du *Manettia cordifolia;* lorsque ces poils ne dépassent pas le triple de leur largeur, ils demeurent unicellulés; lorsqu'ils dépassent au contraire cette longueur, ils se divisent vers le tiers de leur longueur par une mince cloison transversale.

La nervure médiane des grandes feuilles lobées du *Penta-*

55e ANNÉE. — VIIe SÉRIE. TOME I. Nos 4, 5 ET 6.

ANNALES
DES
SCIENCES NATURELLES

SEPTIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE, LA CLASSIFICATION
DES VÉGÉTAUX VIVANTS ET FOSSILES

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE

M. PH. VAN TIEGHEM

TOME I. — Nos 4, 5 ET 6.

(Fin du tome premier)

(ABONNEMENT AUX TOMES I ET II DE LA VIIe SÉRIE.)

PARIS
G. MASSON, ÉDITEUR
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
Boulevard Saint-Germain et rue de l'Eperon
En face de l'École de médecine
1885

PARIS, 30 FR. — DÉPARTEMENTS ET ÉTRANGER, 32 FR.
Ce cahier a été publié en juin 1885.

Conditions de la publication des Annales des sciences naturelles.

BOTANIQUE. SEPTIÈME SÉRIE.

Publiée sous la direction de M. PH. VAN TIEGHEM.

L'abonnement est fait pour 2 volumes, chacun d'environ 400 pages, avec les planches correspondant aux mémoires.

Ces volumes paraissent en plusieurs fascicules dans l'intervalle d'une année.

Prix de l'abonnement à 2 volumes :

Paris : 30 francs. — Départements et Union postale : 32 francs.

Les tomes I et II sont en cours de publication.

ZOOLOGIE. SIXIÈME SÉRIE

Publiée sous la direction de MM. H. et ALPH. MILNE EDWARDS.

L'abonnement est également fait pour 2 volumes, chacun d'environ 400 pages, publiés dans l'intervalle d'une année.

Pour la *Sixième Série*, le prix de l'abonnement à 2 volumes est de 25 francs pour Paris et 26 francs pour les départements.

La Série comprend 20 volumes. Les tomes XIX et XX sont en cours de publication.

A partir de la publication de la Septième Série, les prix seront les mêmes que pour la Botanique.

ANNALES DES SCIENCES GÉOLOGIQUES

Dirigées, pour la partie géologique, par M. HÉBERT, et pour la partie paléontologique, par M. ALPHONSE MILNE EDWARDS.

L'abonnement est fait pour un volume d'environ 300 pages, publié en plusieurs fascicules dans le courant d'une année.

Prix du volume :

Paris : 15 fr. — Départements : 16 fr. — Union postale : 17 fr.

Prix des collections.

PREMIÈRE SÉRIE (Zoologie et Botanique réunies), 30 vol.		(*Rare.*)
DEUXIÈME SÉRIE (1834-1843).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
TROISIÈME SÉRIE (1844-1853).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
QUATRIÈME SÉRIE (1854-1863).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
CINQUIÈME SÉRIE (1864-1873).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
SIXIÈME SÉRIE (1874 à 1885).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.

gonia laciniata est armée de courts poils crochus, très épaissis, unicellulés (fig. 11), dont la forme est probablement le résultat d'une adaptation à une sorte de clématisme permettant aux feuilles de se retenir sur les végétaux environnants, clématisme qu'on trouve plus développé dans plusieurs Galiées (*Galium*, *Asperula*, *Rubia*) : chez ces dernières plantes le poil se réduit à une grosse cellule crochue élevée au sommet d'une émergence plus ou moins volumineuse (1).

Dans toutes les Rubiacées étudiées, la cellule mère spéciale du stomate est formée à la suite de deux ou de plusieurs divisions en U contrariées de sorte que le stomate est toujours accompagné de deux cellules latérales qui souvent l'embrassent entièrement. Je n'ai pas rencontré une seule exception à cet égard, et je crois qu'on peut hardiment exclure de la famille des Rubiacées toute plante dont l'appareil stomatique ne présente pas cette configuration.

Les cristaux d'oxalate de chaux varient beaucoup, mais il est à prévoir, d'après l'étude réduite à un nombre d'espèces relativement si faible, que chacune de ces formes caractérise un groupe naturel.

Voici en résumé de quelle manière se dessine dès à présent la distribution des formes cristallines.

1. — Cristaux simples, subsimples ou agglomérés.

a. *Nauclées*. — Les cellules parenchymateuses du pétiole d'une espèce non déterminée d'*Uncaria*, cultivée dans les serres du Muséum, renferment toutes de très petits cristaux aciculaires mélangés à la forme en sablier qui a été trouvée dans l'urine des albuminuriques; les cellules épidermiques (fig. 13) et surtout celles de l'épiderme inférieur renferment

(1) C'est donc à une adaptation spéciale que nous pouvons attribuer cette forme aberrante de poils. Nous voyons un phénomène tout semblable en examinant les poils de la corolle, des étamines, etc., qui sont souvent unicellulés, alors que ceux des organes végétatifs sont unisériés. Ils y sont, en outre, très fréquemment moniliformes, même lorsqu'ils ne sont composés que d'une seule cellule (par exemple : *Verbena*).

les mêmes cristaux mêlés à quelques petites enveloppes de lettres; certaines cellules assez abondantes du parenchyme du pétiole contiennent au contraire de grosses agglomérations cristallines dont les différents éléments, parfois très reconnaissables, semblent appartenir au système clinorhombique.

Par contre, je n'ai pas trouvé de cristaux dans la feuille du *Cephalanthus occidentalis* qui appartient à la même tribu.

b. *Catesbæées*. — Nombreuses agglomérations dans le parenchyme des nervures du *Pentagonia laciniata*.

c. *Gardéniées*.—Les cellules parenchymateuses du pétiole, des nervures et du mésophylle renferment souvent des agglomérations cristallines, dans le *Gardenia florida;* dans le liber de la tige ces cristaux passent à des mâcles très curieuses à arêtes courbes et à des cristaux simples qu'il serait difficile de décrire sans figures. Une autre espèce du même genre, le *G. Stanleyana*, curieuse sous un autre rapport, ainsi que nous le verrons plus loin, présente au contraire l'oxalate pulvérulent. Je dois dire que j'ai quelque doute sur l'exactitude de la détermination de cette plante.

Le *Genipa Thunbergia* (fig. 8) est remarquable par les beaux cristaux simples, clinorhombiques, entiers ou tronqués sur deux arêtes opposées, ou mâclés ou agglomérés que renferment les tissus du pétiole, des nervures et du mésophylle.

Les cellules cristalligènes assez rares des nervures de l'*Oxyanthus versicolor* contiennent également des cristaux plus ou moins agglomérés, mais qui se séparent facilement en petits fragments punctiformes.

Enfin on trouve dans le mésophylle du *Randia tetrasperma*, mêlées aux cellules en palissades ou dans les autres tissus et dans le parenchyme du pétiole, des cellules cristalligènes avec de grosses agglomérations.

d. *Ixorées*. — Fortes agglomérations dans tous les parenchymes primaires des *Ixora coccinea*, *javanica*, *blanda*, *affinis* (?) et *odorata*.

Cette constance est d'autant plus remarquable que j'ai trouvé du sable cristallin à la place des agglomérations dans

le *Pavetta indica* (1), tandis que dans la tige de la même plante les cellules de l'écorce primaire voisines des fibres libériennes renferment des cristaux simples. Loin de moi la pensée de vouloir indiquer par là un moyen de séparer ces deux genres à peine séparables.

e. *Coussariées.* — Grosses agglomérations dans les parenchymes des nervures et du pétiole du *Coussarea* (*Frœhlichia*) *paniculata.*

2. — Raphides.

a. *Cinchonées.* — Cellules à raphides très développées dans tous les parenchymes du *Manettia cordifolia* et du *Bouvardia cordifolia.*

b. *Hédyotidées.* — Grosses cellules à raphides dans le mésophylle du *Pentas carnea.*

c. *Haméliées.* — Raphides dans le mésophylle et dans les parenchymes des nervures et du pétiole de l'*Hamelia patens.*

d. *Psychotriées.* — Raphides dans les parenchymes des *Cephaelis Ipecacuanha* et *peduncularis*, du *Rhodostoma* (*Palicourea*) *gardenioides* et du *Psychotria undulata* (fig. 9).

e. *Pœdériées.* — Raphides dans les parenchymes du *Pæderia fœtida.*

f. *Anthospermées.* — Raphides dans les parenchymes du *Phyllis nobla*, du *Serissa fœtida* et du *Coprosma Baueri.* Le *Coprosma lucida* au contraire renferme des cristaux pulvérulents dans l'écorce primaire de la tige et des cristaux simples dans de longues cellules cloisonnées du liber mou.

g. *Spermacocées.* — Raphides dans l'écorce primaire de la tige du *Diodia dasycephala.*

h. *Galiées.* — Cellules à raphides dans le mésophylle, au-dessous des cellules en palissades et parfois dans les parenchymes des nervures de toutes les Galiées étudiées : *Asperula*, *Galium*, *Rubia.*

(1) Doute sur l'identité de la plante.

3. — Poudre cristalline ou d'apparence amorphe.

a. *Cinchonées.* — Dans le parenchyme des nervures et du pétiole du *Coutarea speciosa*, cellules remplies d'une poudre cristalline grossière plus ou moins bien agglomérée.

Poudre cristalline grossière, souvent plus ou moins agglomérée dans certaines cellules répandues parmi tous les parenchymes et souvent dans les cellules épidermiques de la plupart des espèces du genre *Cinchona : succirubra* (fig. 12), *Condaminea* (variétés α, β, γ, δ de Weddell, douteux pour la variété ε. *Pitayensis*), *nitida* et *Calisaya* var. *vera;* je ne les ai pas trouvés dans le *C. Calisaya* var. *Josephiana.*

Cristaux semblables à ceux des *Cinchona* dans l'*Exostemma quinqueflora* et dans le pétiole et les nervures du *Luculia gratissima.*

b. *Rondelétiées.* — Cristaux pulvérulents plus ou moins bien agglomérés dans des cellules spéciales du pétiole des *Rondeletia umbellata, triflora* et *speciosa ;* le *Rogiera latifolia,* au contraire, présente de grosses agglomérations cristallines dans les parenchymes du pétiole et des nervures et dans le mésophylle.

c. *Mussændées.* — Poudre cristalline dans un grand nombre de cellules du parenchyme du pétiole du *Gonzalea spicata.*

d. *Gardéniées.* — Poudre cristalline dans un très grand nombre de cellules de tous les parenchymes du *Burchellia bubalina.*

e. *Chiococcées.* — Poudre amorphe d'oxalate dans le liber, dans les parenchymes et même dans l'épiderme du *Chiococca racemosa.*

f. *Ixorées.* — Poudre cristalline dans les parenchymes du pétiole et des nervures du *Coffea arabica* et du *Rutidea parviflora;* quelques cellules isolées de l'épiderme supérieur de cette dernière plante renferment la même poudre (1).

(1) Je doute de la bonne détermination de la plante que nous cultivons sous

Ainsi, d'une manière générale, si nous laissons de côté les tribus qui n'ont été étudiées que d'après un très petit nombre d'espèces, nous voyons que les *Cinchonées* nous présentent des raphides dans les genres *Manettia* et *Bouvardia*, tandis que toutes les autres espèces étudiées sont caractérisées par de la poudre cristalline. Toutes nos *Gardéniées*, sauf le *Burchellia*, qui présente l'oxalate sous la forme de poudre, nous ont offert des agglomérations des cristaux simples.

Parmi les *Ixorées*, les vrais *Ixora* ont donné des agglomérations, mais déjà le *Pavetta indica* renferme la poudre cristalline qu'on retrouve également dans le *Coffea* et le *Rutidea*. Le gros des Ixorées paraît donc caractérisé par la poudre cristalline; le gros des *Gardéniées* par les agglomérations ou par les cristaux simples, fait intéressant parce que ces deux tribus sont plus étroitement liées qu'on ne le croit généralement, et se trouvent trop éloignées l'une de l'autre dans le système par suite du caractère (loges de l'ovaire pluriovulées ou uniovulées) qui sert aux premières divisions des Rubiacées et qui me semble parfois tomber à faux lorsque les loges ovariennes des Gardéniées deviennent uniovulées par avortement ou par réduction.

Les *Psychotriées*, les *Anthospermées* et les *Galiées* paraissent être caractérisées d'une manière générale par les raphides.

Les organes glanduleux des Rubiacées sont toujours des cellules isolées sur lesquelles je n'ai pas de grandes révélations à faire, faute de procédés microchimiques qui permettent de déterminer exactement la nature du produit sécrété. Outre les cellules laticifères signalées dans les Galiées, on rencontre fréquemment dans les parenchymes de l'écorce primaire, dans ceux du pétiole et des nervures et dans le mésophylle des cellules isolées ou disposées en files remplies d'une ma-

ce nom au Muséum. Ses larges stipules simples, caduques, ses feuilles glabres, non hérissées, s'accordent mal avec les caractères du genre *Rutidea*. Je ne l'ai pas vue en fleur. D'une manière générale, la détermination des Rubiacées, cultivées dans les serres du Muséum, m'inspire une médiocre confiance.

tière réfringente qui appartient peut-être au groupe des tanins et parfois de substances sécrétées spéciales. Il serait prématuré d'en donner ici une description même superficielle. Je me bornerai à signaler ici deux cas d'une sécrétion très particulière.

Le mésophylle du *Gardenia Stanleyana* est parsemé de grandes cellules complètement remplies d'une matière d'apparence gommeuse, réfringente, de couleur légèrement brunâtre. Placées au milieu des palissades, ces cellules prennent une forme irrégulièrement sphérique et, dépassant de beaucoup le volume des éléments environnants, empiètent sur l'épiderme supérieur et sur le parenchyme spongieux. La matière gommeuse englobe le gros noyau de la cellule. Quelquefois ces cellules semblent se diviser verticalement. Dans le tissu spongieux, composé de cellules rameuses polyaxes, leur forme est la même que celle des cellules rameuses, mais elles sont un peu plus grosses, et là où plusieurs d'entre elles se touchent, les cloisons séparatrices s'effacent; mais il est probable qu'elles existent toujours et qu'elles deviennent invisibles à cause de la réfringence de la matière qui les entoure. La plupart de ces cellules sont situées à un même niveau, séparé de l'épiderme inférieur par une seule assise de cellules.

Dans le *Chiococca racemosa*, les cellules du mésophylle renferment, outre le noyau brillant, un gros corps sphéroïde de couleur bistre, probablement composé de cristaux ou de cristalloïdes rayonnants.

Les faisceaux du pétiole et des nervures. — Très souvent le pétiole et la nervure médiane des feuilles (de dimensions médiocres) ne contiennent qu'un seul faisceau courbé en arc ouvert en haut (*Uncaria*, *Manettia cordifolia*, *Pentas*, *Randia tetrasperma*, *Chiococca racemosa*, *Coprosma Baueri*, etc.).

Le faisceau médian, en gouttière, est accompagné de deux petits faisceaux latéraux correspondant aux deux arêtes supérieures du pétiole dans les espèces suivantes : *Serissa fœtida*, dont le pétiole est légèrement convexe à sa face supérieure,

soutenu par une large bande de collenchyme qui meurt vers les deux côtés et au-dessous de laquelle se trouve du parenchyme vert. Les faisceaux angulaires se réduisent à un petit faisceau ligneux complètement entouré de liber. — *Pæderia fœtida* : le faisceau médian dénote une légère tendance à se disloquer en 9-10 faisceaux. — *Psychotria undulata* : faisceau médian du pétiole presque refermé sur lui-même, complètement refermé, annulaire dans la nervure médiane ; faisceaux ligneux latéraux complètement entourés de liber. — *Frœhlichia paniculata* : faisceau médian presque annulaire, parfaitement annulaire, aplati en haut dans la nervure médiane. — *Ixora blanda* : faisceau du pétiole presque annulaire, annulaire, aplati en haut dans la nervure médiane. — *Coffea arabica* : faisceau médian en gouttière dans le pétiole, annulaire dans la nervure médiane et dans les nervures secondaires, surmonté même dans la nervure médiane de quelques faisceaux distincts à bois supérieur, et dont un ou deux peuvent être surmontés à leur tour d'un faisceau inverse à bois inférieur. — *Burchellia bubalina* : faisceau médian du pétiole en gouttière, celui de la nervure médiane surmonté d'un faisceau inverse à bois inférieur, rubané et fermant l'ouverture du croissant dessiné par le faisceau inférieur. — *Rondeletia triflora* : faisceau médian ouvert dans le pétiole et dans la nervure médiane. Les *R. speciosa* et *umbellata* sont dans le même cas, mais dans le *Rogiera latifolia* le faisceau médian est presque annulaire dans le pétiole, et, dans la nervure médiane, le liber du faisceau médian empâte les faisceaux latéraux qui sont doubles, c'est-à-dire chacun surmonté d'un faisceau inverse.

Exostemma quinqueflora : faisceau médian du pétiole largement ouvert en haut, celui de la nervure médiane surmonté d'un faisceau inverse presque exclusivement libérien. — *Luculia gratissima* : faisceau médian du pétiole très fort, à cornes vivement recourbées en dedans et embrassant de chaque côté quelques petits fascicules à bois supérieur, etc., etc.

Les faisceaux du pétiole et des nervures présentent une

disposition plus compliquée dans les espèces suivantes : *Cinchona Calisaya vera :* faisceau annulaire enfermant un faisceau rubané, concave en haut, à bois supérieur et qui est surmonté lui-même de 3-4 fascicules à bois supérieur ; disposition qui se maintient essentiellement dans la nervure médiane, avec cette différence pourtant que le faisceau principal, au lieu d'être annulaire, se compose de deux faisceaux rubanés, l'inférieur plié en gouttière et le supérieur inverse, fermant l'ouverture de cette gouttière. — *Cinchona Condaminea vera :* faisceau principal du pétiole courbé en gouttière largement ouverte et comprenant dans sa concavité un faisceau plus petit, annulaire subdisjoint en plusieurs fascicules, le tout accompagné de deux petits faisceaux latéraux; dans la nervure médiane, deux faisceaux inverses l'un de l'autre et superposés. — *Cinchona Condaminea lucumæfolia :* faisceau du pétiole subannulaire composé de deux faisceaux superposés, le supérieur inverse et renfermant un mince faisceau rubané à bois supérieur; même disposition dans la nervure médiane. Même structure dans le *C. Condaminea lancifolia* et, à peu de chose près, dans le *C. Condaminea Pitayensis*, où l'on observe cependant une plus forte tendance à la disjonction des faisceaux. — *Cinchona succirubra :* structure assez semblable avec disjonction complète de tous les faisceaux à l'exception du faisceau inférieur, les fascicules qui en résultent s'arrangent irrégulièrement en deux ou plusieurs anneaux fermés. — *Remijia ferruginea :* dans le pétiole, faisceau fortement plié en gouttière, se rattachant par ses bords à un faisceau plan inverse. — *Remijia pedunculata :* dans le pétiole, faisceau annulaire enfermant un grand nombre de petits faisceaux purement libériens et sur les deux côtés respectivement deux faisceaux annulaires enfermant une moelle très réduite. — *Pentagonia laciniata :* très grand faisceau presque exactement annulaire, accompagné de deux petits faisceaux latéraux et embrassant une moelle volumineuse, détruite dans la moitié inférieure, dans laquelle sont logés une douzaine de petits faisceaux à bois très réduit. — *Gardenia florida* et *Stanleyana :* faisceau

annulaire accompagné de deux petits faisceaux latéraux dans le pétiole, sans faisceaux latéraux dans la nervure médiane. — *Rutidea parviflora* : dans le pétiole, faisceau annulaire très aminci sur les côtés, de manière à conduire à la superposition de deux faisceaux inverses, enfermant un faisceau rubané à bois supérieur; nervure médiane comprenant un faisceau courbé en gouttière enfermant dans sa concavité deux faisceaux superposés, l'inférieur à bois supérieur, le supérieur à bois inférieur. — *Pavetta cafra* : dans le pétiole, faisceau annulaire parfaitement circulaire et sur les deux côtés un faisceau rubané, plan et horizontal, entier ou disjoint en 2-3 fascicules, à bois supérieur. — *Ixora javanica* : dans le pétiole, faisceau annulaire circulaire accompagné de deux petits faisceaux latéraux presque entièrement libériens; dans l'*I. odorata*, le faisceau annulaire, un peu aplati en dessus, enferme un faisceau isolé à bois supérieur.

Tous ces caractères ne sont que des caractères d'espèce, car le nombre, le développement, la disposition des faisceaux dépendent, en première ligne, des dimensions de la feuille, de la longueur du pétiole, etc. Mais il faut se méfier, dans l'appréciation de ces différences, d'une certaine variabilité, non seulement d'individu à individu, de feuille à feuille, mais encore dans le même pétiole suivant l'endroit où l'on fait la coupe. C'est pour cela que je fais toujours cette coupe exactement au milieu du pétiole.

Les faisceaux une fois disloqués ont une tendance manifeste à se disposer en anneaux et cela de la manière la plus économique possible. Considérons, par exemple, un faisceau annulaire qui enferme un faisceau à bois supérieur courbé en gouttière. Il peut très bien se faire que l'anneau s'ouvre à droite et à gauche; nous aurons alors trois faisceaux : l'inférieur à bois supérieur, courbé en gouttière, le supérieur à bois inférieur courbé également en gouttière, mais en gouttière à concavité inférieure et l'intermédiaire courbé en gouttière, à concavité supérieure et à bois supérieur; les deux faisceaux supérieurs peuvent avec la plus grande facilité se rejoindre par

leurs cornes, de sorte que nous aurons définitivement un faisceau en gouttière embrassant dans sa concavité un faisceau annulaire, ce qui donne une image fort différente de l'image qui nous a servi de point de départ.

Le pétiole est en général beaucoup moins pourvu de fibres mécaniques libériennes que les nervures; aussi la plupart des Rubiacées n'en ont-elles pas; il y en a pourtant quelques exemples, mais même dans ceux-ci les fibres libériennes sont peu nombreuses et dispersées sur le pourtour du liber du faisceau médian (*Rondeletia speciosa*, *Rogiera latifolia*, *Genipa Thunbergia*).

Ces fibres, même en massifs assez puissants, ne sont pas rares dans les fortes nervures; il serait inutile d'en citer des exemples; souvent même l'ouverture de l'arc formé par le faisceau est fermée par une bande fibreuse. Malgré cette particularité qui constitue un bon caractère spécifique, je me bornerai à dire quelques mots sur les massifs fibreux qui accompagnent les petits faisceaux du limbe de la feuille.

En général ces faisceaux sont complètement immergés dans le mésophylle, c'est-à-dire que les tissus passent par-dessus et par-dessous les faisceaux sans subir le moindre changement. Souvent ils sont simplement rattachés à l'épiderme supérieur ou aux deux épidermes par du tissu incolore plus ou moins collenchymatoïde.

On trouve de petits massifs fibreux au-dessous de ces faisceaux dans le *Remijia ferruginea* et dans le *Rogiera latifolia;* le *Rondeletia triflora* est la Rubiacée où j'ai trouvé le système mécanique des faisceau le plus développé. On y voit au-dessus et au-dessous du faisceau, de forts massifs plus hauts que larges, dont le supérieur rejoint l'épiderme dans les veinules les plus fortes, mais ne l'atteint plus dans les plus petites.

Variations épharmoniques. — L'épiderme est peu varié et dénote chez les Rubiacées, cultivées que j'ai étudiées une adaptation à un milieu physique moyen. Il n'y a là rien qui puisse nous surprendre, car on a choisi pour les cultiver, les espèces qui s'accommodent le mieux des conditions extérieures que

nous parvenons à réaliser dans nos serres. Je suis convaincu que j'aurais trouvé des variations bien plus grandes si j'avais étudié également les espèces dont nous ne possédons que des échantillons secs. Peu importe du reste pour le moment, puisqu'il s'agit avant tout de découvrir les caractères des familles.

L'épiderme supérieur est presque toujours dépourvu de stomates; il est rectiligne ou onduleux, à parois ordinairement minces. Dans quelques espèces, comme le *Remijia ferruginea*, il a une forte tendance à devenir collenchymateux dans certains endroits; dans d'autres, il est assez épaissi et ses paroi verticales se couvrent de ponctuations (*Luculia gratissima*).

Nous savons, par mes recherches antérieures, que le mode (non le degré) d'ornementation de la cuticule constitue un caractère d'espèce. Sous ce rapport les Rubiacées varient assez considérablement; les stries cuticulaires parallèles, droites ou légèrement ondulées sont très fréquentes; à la face inférieure ces stries contournent fréquemment les stomates (*Ixora affinis*); des stries entortillées ont été observées dans le *Remijia pedunculata*; on trouve même dans cette plante, ainsi que dans beaucoup d'autres qu'il serait trop long de nommer, des ponctuations sur les parois externes de l'épiderme, ponctuations qui sont toujours situées au fond des sinuosités des parois verticales et dont j'ai expliqué la raison d'être dans une note (1) publiée dans les Comptes rendus de l'Académie. L'*Exostemma quinqueflora* présente, à la face supérieure, une cuticule ornée de très petites perles saillantes; dans l'*Oxyanthus* ces perles sont remplacées par d'assez gros tubercules d'un contour irrégulièrement arrondi.

Ainsi qu'on devait s'y attendre, l'hypoderme n'a été observé que chez un petit nombre d'espèces cultivées. Il est très répandu dans le genre *Cinchona*.

Le *C. succirubra* cultivé dans nos serres le présente encore

(1) *De l'utilité physiologique des ondulations des parois épidermiques* (*Comptes rendus*, 1883, t. XCVII, p. 201).

Voyez également : *Sur les causes et les limites de la variation de structure des Végétaux* (*Ann. agron.*, t. IX, 11e fasc.).

bien développé, composé d'une seule assise de cellules isodiamétriques. Il est tout à fait semblable dans le *C. Calisaya vera*, mais moins général dans la variété *Josephiana*, où il se localise ordinairement au-dessus des faisceaux pour faire place à une assise de cellules en palissades dans les autres parties de la feuille. Cependant cette assise supplémentaire de palissades diffère souvent des autres en ce que ses cellules sont beaucoup plus larges et moins riches en chlorophylle.

Les différentes variétés du *Cinchona Condaminea* ont également un hypoderme d'une seule assise de cellules, étendu sur toute la feuille dans les variétés *Bonplandiana* (*vera*), *Candollei* et *lancifolia*, interrompu par du parenchyme en palissades dans le *C. Condaminea Pitayensis*.

Cette dernière plante diffère du reste des autres variétés de la même espèce par le mode d'épaississement des parois verticales de l'épiderme supérieur. Tandis que l'épaississement est uniforme sur toute la hauteur de ces parois dans les autres variétés, il s'arrête brusquement au milieu de la hauteur dans celle-ci. Le *C. Condaminea lucumæfolia* n'a pas d'hypoderme. Il me paraît donc certain qu'on s'est trop hâté de réunir en une seule espèce toutes ces formes dont deux (les variétés *Pitayensis* et *lucumæfolia*) diffèrent nettement des autres (1).

J'ai rencontré l'hypoderme le mieux développé dans le *Coprosma Baueri*, plante remarquablement héliophile et xérophile. La cuticule et les couches cuticulaires sont fortes; l'hypoderme est composé de deux assises de cellules beaucoup plus grandes que les cellules épidermiques et à peu près isodiamétriques.

Dans toutes les Rubiacées que j'ai étudiées, le mésophylle est bifacial, en général assez médiocrement héliophile. Dans

(1) Je dois à l'obligeance de M. Triana les matériaux parfaitement déterminés qui ont servi à cette étude spéciale. Il y aurait beaucoup à dire encore à ce sujet, mais ce n'est pas ici le lieu de le faire. Si on refuse aux caractères épharmoniques la qualité spécifique, tous les *Cinchona* se réduiront à une seule espèce. Si on l'admet, il faudra convenir qu'on a trop réuni : des deux choses l'une.

les lignes qui vont suivre, je décrirai les types les plus hélioxérophiles que j'aie observés.

Ixora javanica et *Serissa fœtida :* mésophylle épais de 8-10 assises de cellules; deux assises de palissades occupant environ un tiers de l'épaisseur totale, le reste formé par des parenchymes spongieux extrêmement méatiques. Réservoir d'eau formé par l'épiderme, surtout le supérieur, dont la hauteur égale presque le tiers de l'épaisseur du mésophylle.

Rondeletia speciosa : mésophylle épais; une assise de palissades environ 10 fois plus longues que larges, et au-dessous 1-2 assises de cellules arrondies, lâchement unies, remplies de chlorophylle, occupant avec les palissades environ un quart de l'épaisseur totale du mésophylle; parenchyme spongieux très méatique, formé de grandes cellules pauvres en chlorophylle. Réservoir d'eau formé par l'épiderme.

Pæderia fœtida : mésophylle entièrement formé de trois assises de palissades; réservoir d'eau formé par l'épiderme supérieur dont la hauteur correspond environ au tiers de l'épaisseur du mésophylle.

Remijia ferruginea : moitié supérieure du mésophylle formée par deux assises de longues palissades, le reste spongieux, à cellules rameuses; réservoir d'eau formé par l'épiderme, mais faible. Plante très héliophile, mais beaucoup moins xérophile que les précédentes.

Les *Cinchona* sont en général des plantes assez héliophiles à 2-3 assises de palissades occupant environ la moitié de l'épaisseur du mésophylle. Les réservoirs d'eau sont l'épiderme supérieur et l'hypoderme, mais dans des proportions variables suivant les espèces. L'épiderme est surtout remarquablement développé et même beaucoup plus fort que l'hypoderme dans le *C. Condaminea Candollei :* rappelons que son affaissement est arrêté par l'épaississement de la moitié supérieure des parois verticales.

La seule espèce vraiment oléoïde que j'aie rencontrée, est le *Burchellia bubalina;* les fibres parcourent le mésophylle en tous sens, filent sous l'épiderme et se glissent même entre les

cellules épidermiques jusqu'au-dessous de la cuticule, où elles peuvent former une saillie plus ou moins forte; douées d'une certaine plasticité, elles envahissent aisément les méats intercellulaires avoisinants.

Classe II. — ASTERALES.

3. — VALÉRIANÉES.

(Pl. 9, fig. 14 à 16.)

Poils tecteurs simples, unicellulés, à parois ordinairement assez épaissies, garnies de perles cuticulaires, rarement cloisonnées par des parois très minces en 2 ou 3 cellules; poils capités unisériés à pied respectivement 1-pluricellulé, à tête pluricellulée divisée horizontalement et verticalement. Stomates entourés de plusieurs cellules irrégulièrement disposées, formés à la suite de 1-plusieurs cloisons obliques (mode crucifère). Cristaux nuls. Laticifères ou autres glandes internes nuls.

Les Valérianées ne diffèrent en rien des Caprifoliacées; elles sont au contraire complètement distinctes des Rubiacées et des Composées ainsi que nous le verrons plus loin. La présence des cristaux dans les Caprifoliacées ne saurait être invoquée ici comme caractère scientifique, parce que les Valérianées sont des herbes, tandis que l'immense majorité des Caprifoliacées sont des plantes ligneuses.

Parmi les organes qui figurent dans la description, les poils tecteurs (fig. 15) seuls présentent parfois des variations. Les poils cloisonnés transversalement par une paroi très ténue sont fréquents à la face inférieure, sur les nervures des feuilles du *Valeriana sambucifolia;* à la base du pétiole de la même plante on en trouve même qui sont divisés en trois cellules.

Toutes ces herbes m'ont offert des feuilles bifaciales avec des palissades peu différenciées ou nulles et des faisceaux immergés dans les parenchymes. Il eût été intéressant d'examiner, ce que je n'ai pas fait, les feuilles du *Plectritis brachystemon,* dont l'écorce est pourvue de puissants massifs fibreux correspondant aux angles de la tige. Nulle part je n'ai vu un

organe nettement affirmé comme réservoir d'eau; la réserve transpiratoire paraît donc être entièrement parenchymateuse (1). A en juger d'après leur anatomie, ces plantes doivent beaucoup varier sous l'influence de la culture, surtout quant à la structure du mésophylle. Tantôt les stomates ne se rencontrent qu'à la face inférieure, tantôt sur les deux faces, distinction qui servira peut-être à reconnaître les espèces, ainsi que quelques autres caractères, tels que la rareté excessive ou l'absence (?) des poils tecteurs (*Valeriana montana*).

4. — DIPSACÉES.

(Pl. 9, fig. 17 à 21.)

Poils tecteurs simples, unicellulés, à paroi assez épaisse, lisse ou ornée de perles cuticulaires; poils capités unisériés, à tête multicellulée ou paucicellulée. Stomates entourés de plusieurs cellules irrégulièrement disposées ou plus ordinairement de 3 cellules dont une plus petite que les 2 autres, formés à la suite de plusieurs (ord. 3) divisions obliques (forme crucifère). Cristaux nuls (? du moins dans les organes végétatifs). Laticifères et autres glandes internes nuls.

Il n'y a pas de différence rationnelle entre les Dipsacées, les Valérianées et les Caprifoliacées.

Les poils tecteurs varient peu (fig. 17 et 20); ils sont ordinairement cylindriques aigus, à paroi épaisse, lisse ou ornée de perles. Dans le *Knautia hybrida* les deux formes se trouvent réunies; les poils lisses, plus robustes que les autres, sont surélevés au sommet d'une petite émergence; les poils perlés, beaucoup plus petits, sont au contraire implantés au niveau général de l'épiderme et légèrement arqués-apprimés. Dans les *Dipsacus*, le poil est extrêmement robuste, vulnérant, co-

(1) C'est la première fois qu'on verra figurer cette expression. La réserve transpiratoire parenchymateuse n'est autre chose que la quantité d'eau que les parenchymes, pris en bloc, peuvent perdre sans que la plante périsse; malgré l'absence d'un réservoir anatomiquement différencié, cette réserve est très forte. J'ai vu de jeunes plantes (*Pisum*) perdre plus de la moitié de leur poids frais et reprendre rapidement leur poids initial et au delà, aussitôt qu'on les mettait en contact avec l'eau, sans souffrir le moins du monde.

nique et implanté au sommet d'une émergence cylindrique multicellulée, cylindrique, de deux à quatre fois plus longue que le poil.

Les poils glandulaires (fig. 18) sont semblables à ceux des Caprifoliacées et des Valérianées (*Dipsacus*, *Cephalaria*, *Scabiosa*). Dans le *Knautia*, la glande, chargée d'une matière rouge brun (sur le pédoncule, fig. 19), termine un pied 2-3-cellulé, cylindrique, et elle revêt en plus petit, la forme caractéristique des glandes du Houblon.

Les stomates (fig. 21) se développent de la même manière que dans les deux autres familles de ce groupe naturel, c'est-à-dire d'après le mode crucifère ; mais la disposition des cellules accessoires de l'appareil stomatique se conserve généralement mieux que dans les autres familles, de sorte qu'on peut reconnaître le mode de développement sur l'appareil adulte. Mais cela n'est pas toujours le cas, les cellules accessoires ayant toujours une certaine tendance à prendre la forme des cellules épidermiques environnantes (1).

Les cristaux paraissent faire défaut dans les organes végétatifs, ce qui n'a rien qui doive nous surprendre lorsqu'il s'agit de plantes herbacées, mais on les trouve souvent en abondance dans les organes floraux, par exemple dans les tissus de l'involucelle caliciforme du *Cephalaria*, du *Knautia*, etc.

Le pétiole, même le mieux différencié et la nervure médiane, ne renferment jamais qu'un nombre impair de faisceaux distincts, disposés suivant les côtés d'un angle ouvert en haut et se rapprochant sensiblement, quant à son ouverture, de

(1) La cause de la conservation des cellules accessoires dans un cas, de leur effacement dans l'autre, me paraît résider uniquement dans l'époque relative du développement des stomates. S'il existe déjà à cette époque un équilibre parfait dans l'accroissement des cellules épidermiques, les cellules de l'appareil stomatique seront nécessairement plus petites que les autres et ne peuvent prendre une forme qui masque leur nature : cela est surtout visible dans les Crucifères, où plusieurs stomates d'âge différent naissent souvent aux dépens d'une même cellule primordiale. Si, au contraire, cet équilibre n'est pas encore acquis, les cellules accessoires s'accroissent et ne tardent pas à prendre le volume et la forme des cellules environnantes.

l'angle droit; le faisceau médian est naturellement le plus fort et leur volume décroît régulièrement vers les deux cornes de la section du pétiole. Quelquefois, dans les grandes feuilles (*Dipsacus azureus*) de petits fascicules sont intercalés aux gros faisceaux. Le parenchyme des nervures et du pétiole est très abondant et souvent une grande lacune en occupe le centre.

VARIATIONS ÉPHARMONIQUES.

Les faisceaux du limbe sont immergés dans le mésophylle ou tout au plus reliés aux deux épidermes par du parenchyme incolore à parois minces (*Dipsacus*). Je n'y ai jamais trouvé de fibres mécaniques.

L'épiderme, à parois verticales presque toujours onduleuses ou curvilignes, est assez fort pour qu'il puisse être considéré comme réservoir d'eau sans atteindre pourtant les dimensions considérables de l'épiderme d'un grand nombre de Valérianées. Les parois verticales, parfois assez épaisses, se couvrent alors de ponctuations en forme de boutonnières verticales.

La cuticule est partout faible, lisse ou striée seulement dans le voisinage des poils, ce qui la fait contraster singulièrement avec les poils souvent si fortement épaissis et ornés de perles cuticulaires (*Scabiosa graminifolia*); mésophylle bifacial ou centrique, suivant les espèces, bifacial, par exemple, dans les *Scabiosa Columbaria*, *graminifolia* et *ukranica*, etc., centrique dans le *S. caucasica* où il renferme environ trois assises de palissades à la face supérieure et deux ou trois assises à la face inférieure, et dans le *Dipsacus azureus*.

On trouve généralement des stomates sur les deux faces des feuilles, mais en nombre moindre à la face supérieure, même dans les feuilles à mésophylle centrique. Les cellules stomatiques occupent le niveau extérieur de l'épiderme (1).

(1) Je suis, dans cet exposé, l'ordre adopté par MM. Bentham et Hooker. Cela ne veut pas dire que je l'admets en tout. Il me paraît certain que les Caprifoliacées ne doivent pas être séparées, ainsi que le font les auteurs du *Genera*, des Valérianées et des Dipsacées : ces trois familles constituent une classe bien distincte des Rubiacées d'une part et des Composées d'autre part.

5. — COMPOSÉES.

(Planche 10.)

Poils tecteurs de deux espèces : 1 unisériés, 2 plurimultisériés (lacinies) ; poils glanduleux 1-2-plurisériés, plus ou moins nettement capités, devenant quelquefois mécaniques par l'excroissance des cellules de la tête. Stomates entourés de 3 cellules ou de plusieurs cellules irrégulièrement disposées ; cellule mère spéciale formée à la suite de 1, 2 ou 3 divisions inclinées les unes sur les autres ou perpendiculaires entre elles. Cristaux aciculaires petits, ou plus grands, en lames, rarement en octaèdres, souvent nuls dans les organes végétatifs. Glandes de trois espèces, laticifères articulés, cellules fusiformes lactescentes et canaux schizogènes distribués probablement suivant les affinités naturelles.

Poils. — Malgré la diversité des formes, les poils des Composées sont d'une constance remarquable. Les poils tecteurs se divisent en deux catégories, ceux qui sont typiquement tecteurs et ceux qui résultent de la transformation des poils typiquement glanduleux en poils tecteurs, les cellules sécrétrices étant détournées de leurs fonctions et transformées, avec hypertrophie, en cellules non sécrétrices.

A la première de ces catégories appartiennent deux formes distinctes : 1, les poils unisériés ; 2, les poils biplurisériés.

Poils unisériés. — La variété la plus simple, le poil moniliforme, paraît être également la plus répandue ; les cellules, à parois minces, renflées, sont assez nombreuses et le poil se termine par une cellule arrondie ou obtuse. Ces poils ne subissent que de légères modifications lorsque leurs fonctions changent. On les trouve, par exemple, sans aucun changement dans le tube de la corolle du *Palafoxia texana*, la cellule terminale seule étant quelquefois allongée démesurément. Dans le *Tagetes tenuifolia*, les poils qui garnissent le tube de la corolle sont fusiformes, rétrécis à la base ou près de la base et terminés par un très petit bouton qui surmonte la dernière cellule. Cette forme paraît être adaptée à la nécessité de pouvoir s'incliner dans tous les sens (1).

(1) Rappelons que les poils de la Taupe sont précisément dans le même cas.

Une autre modification résulte de l'épaississement des parois longitudinales (*Lindheimera texana*), mais cet épaississement s'étend rarement sur toutes les cellules; dans le *Bellis annua*, les dernières cellules seules sont atteintes et se distinguent en outre des autres cellules par leur diamètre tantôt plus petit (sur les bords de la feuille), tantôt plus grand (à la face inférieure, près des nervures) et par la rugosité de leur surface. L'*Echinacia serotina* présente des poils à peu près semblables et souvent pourvus, vers le milieu, d'une ou de deux cellules plus ou moins complètement sclérifiées. Sur les feuilles du *Palafoxia* déjà nommé (fig. 10), les deux ou trois cellules terminales de certains poils épaississent, non seulement les parois longitudinales, mais aussi les transversales, de sorte que les cavités cellulaires sont souvent réduites à une petite fente transversale; en même temps la cellule terminale conique et aiguë s'allonge un peu, et tout le poil est fortement courbé, apprimé ou même genouillé à la jonction des cellules supérieures.

Cette différenciation du poil en une partie inférieure molle et une partie supérieure rigide, atteint son maximum sur les feuilles du *Catananche cærulea* (fig. 4), dont les poils sont composés d'environ quatre cellules plates discoïdes, à parois minces, et d'une très longue cellule terminale fortement épaissie, aiguë.

Une autre modification très curieuse consiste en ce que la cellule terminale seule, sans se sclérifier, s'allonge démesurément. Les exemples de cette nature abondent, surtout dans les espèces tomenteuses. En voici quelques-uns des plus typiques.

Dans le *Vernonia flexuosa* (fig. 3), le poil n'est guère composé que de trois ou quatre cellules dont les deux ou trois inférieures sont à peu près isodiamétriques, tandis que la terminale, à parois très minces, dépasse ordinairement en longueur le sextuple de l'ensemble des cellules basilaires; cette cellule terminale ne tarde pas à s'aplatir et à prendre une forme rubanée; la même forme existe également dans le

V. centriflora, mais beaucoup moins différenciée dans le *V. eminens*.

Dans les *Buphthalmum* et surtout dans l'*Asteriscus aquaticus* (fig. 2), les cellules du pied sont beaucoup plus larges que la cellule terminale grêle et cylindrique ; les *Asteriscus* diffèrent en outre des autres exemples en ce que les deux cellules terminales s'allongent et se remplissent de bonne heure d'air.

Dans les espèces tomenteuses et dans celles qui sont recouvertes d'un revêtement aranéeux, le poil est formé à sa base par une ou plusieurs cellules égales qui constituent un pied plus ou moins allongé et au sommet duquel est implanté une cellule extrêmement allongée, d'un diamètre beaucoup moindre que les autres et se feutrant avec les cellules terminales des poils voisins. Dans l'*Antennaria plantaginea* le pied ne me paraît ordinairement formé que par une seule cellule (fig. 6), tandis qu'il en compte plusieurs dans le *Circium lanceolatum* (fig. 5), et un assez grand nombre dans le *Serratula tinctoria*, le *Cineraria cruenta*, l'*Anandria* (*Gerbera*) *bellidiastrum*, le *Petasites albus*, etc. Cette dernière plante est des plus remarquables par l'implantation fortement oblique de la cellule terminale sur la dernière cellule du pied. Cette forme nous conduit à une autre qu'on observe sur les écailles involucrales du *Chrysanthemum coronarium* et qui offre la plus grande ressemblance avec les poils malpighiacés, à cela près que le pied est bi- à pluricellulé (fig. 11) (1).

Quelque frivole que puisse paraître au premier abord l'étude des poils dans un même groupe naturel, on est forcé de reconnaître qu'elle est pleine d'enseignements ; nous voyons en effet combien il est difficile à la plante de renoncer à la structure fondamentale d'un organe. Ce simple poil unisérié fait pour ainsi dire tous les efforts pour satisfaire à tous les besoins de l'adaptation sans altérer le caractère morphologique primitif. Ce sont ici la dernière cellule, rarement les deux dernières qui jouent le rôle de poil unicellulé en prenant les diverses formes

(1) M. Grignon (*Étude comparée des Lonicérinées et des Astéroïdées*) les figure également pour le *Pyrethrum indicum*.

que je viens d'indiquer. Il est certes très curieux de voir la dernière cellule du poil du *Catananche* prendre la structure d'une véritable soie et rejeter vers la base toutes les autres cellules dont il n'a pas été permis au poil de se débarrasser.

Poils plurisériés. — Le calice si particulier de la plupart des Composées nous apprend déjà la présence presque constante de poils plurisériés, poils qui se rencontrent sur les organes végétatifs d'une foule d'espèces, quelquefois même jusque dans le tube de la corolle (*Seriola ætnensis*, *Andryala sinuata*).

Ils paraissent être surtout très fréquents dans les Chicoracées et varient d'une manière générale, quant à leur degré de complication, depuis la véritable lacinie (1) formée par un plan ou un corps de cellules déchiqueté aux bords (fig. 7), bi-multifide, jusqu'au poil bisérié, et quant à l'indépendance plus ou moins grande de la dernière cellule de chaque série, de sorte que ce poil peut être lisse ou scabre, sur les organes végétatatifs aussi bien que dans l'aigrette du fruit. La forme plumeuse, si fréquente dans l'aigrette, n'a pas été trouvée sur les feuilles où elle n'aurait sans doute pas sa raison d'être.

On observe assez fréquemment la forme de passage du poil plurisérié au poil unisérié, par exemple à la face inférieure des feuilles du *Cichorium Intybus*, où les poils plurisériés à la base se terminent par un flagellum unisérié.

Signalons enfin une variété extrêmement réduite de poils bisériés qui ne consiste qu'en deux cellules collatérales, appliquées l'une contre l'autre sur toute la longueur (fig. 8 et 9), et qui se rencontre fréquemment sur l'ovaire (*Palafoxia*, *Tagetes*, *Cephalophora*, *Gazania*, *Günthera*, *Solidago*, etc.), moins souvent dans le tube de la corolle où ils se rattachent par tous les intermédiaires aux poils plurisériés (*Picridium tingitanum*), ou sur les filets des étamines (*Cirsium lanceolatum*). On se rappelle que ces poils subissent une transformation adaptationnelle intéressante sur le péricarpe du Seneçon.

(1) Allem. : *Zotten*.

Il me reste un dernier point à mentionner. Il arrive quelquefois, quoique assez rarement, que le poil unisérié est inséré au sommet d'une petite masse cellulaire conique ou hémisphérique qui me paraît être au moins en partie d'origine périblématique (*Lindheimeira texana*); supposons que le poil proprement dit avorte et se réduise à une petite pointe très aiguë, nous aurons l'explication des nombreuses aspérités qui couvrent les feuilles de l'*Urospermum picroides* (1).

Poils glanduleux. — Les poils glanduleux sont très variables non seulement d'une espèce à l'autre, mais dans la même espèce d'un organe à l'autre; ils sont généralement plus volumineux et d'une structure plus compliquée sur l'involucre et sur le pédoncule que sur les autres parties de la plante.

On peut les classer d'abord d'après le degré de différenciation de la tête sécrétrice et ensuite d'après la complication plus ou moins grande de la structure de la tête et du pied. Je pourrais citer des exemples de tous les intermédiaires entre ces différentes formes. Mais je m'abstiendrai de cette énumération stérile pour mentionner simplement une forme plus arrêtée, mieux définie, qu'on rencontre très souvent sur l'ovaire, sur la corolle, sur le réceptacle de l'inflorescence et même sur les organes végétatifs (*Asteriscus*, *Conoclinium*, *Cosmophyllum*, *Cephalophora*, etc.); ce sont de courts poils bisériés, de contour arrondi, composés de deux rangées collatérales d'un petit nombre de cellules qui peuvent toutes devenir sécrétrices en commençant par celle du sommet et qui s'entourent ainsi de la matière huileuse et odorante retenue par la cuticule soulevée (fig. 13).

Ces poils sécréteurs ainsi que les poils tecteurs formés par deux cellules collatérales sont tellement répandus dans la

(1) Les faits de cette nature ne sont pas rares. Nous verrons que c'est de cette manière qu'il faut expliquer les plaques cystolithiques des *Cerinthe* (voyez les Borraginées). Le même phénomène d'avortement d'un poil au sommet d'une émergence a suffi à A. P. de Candolle, pour séparer le *Ranunculus tuberculatus* du *R. arvensis*.

famille des Composées et tellement rares, sinon nuls dans toutes les autres familles, qu'ils fournissent une diagnose aussi facile que sûre.

Poils glanduleux transformés en poils mécaniques. — Lorsqu'on examine les poils capités à pied plurisérié de l'involucre de l'*Andryala sinuata*, on voit que les cellules supérieures de la tête forment autour du sommet une couronne de petites saillies; les poils capités à pied unisérié qui accompagnent ordinairement les premiers sont remplacés par des poils unisériés terminés par une couronne de longues cellules rayonnantes (fig. 14). On sait que ces poils étoilés sont souvent considérés comme caractéristiques du genre *Andryala*, mais à tort, car ils existent également dans certaines espèces du genre *Hieracium*.

La valeur taxinomique des poils dans la subdivision de la famille des Composées. — Malgré le nombre relativement minime des espèces étudiées, il me paraît certain que la réunion si caractéristique des formes de poils que je viens de décrire est à peu près également répandue dans toutes les tribus de la famille. Dans tous les cas les caractères distinctifs qu'on pourra établir après une étude complète, seront rares. Les poils glanduleux bisériés par exemple, semblent appartenir surtout aux tribus corymbifères (Hélénioïdées, Hélianthoïdées, Eupatoriacées, Anthémidées, Inuloïdées, etc.).

Cette étude semble au contraire promettre de meilleurs résultats quand il s'agira de faire les coupes dans les grands genres, par exemple, dans le genre *Hieracium*.

Stomates. — Le développement des stomates a été étudié dans un assez grand nombre d'espèces appartenant aux genres *Boltonia*, *Coreopsis*, *Barkhausia*, *Senecio*, *Chrysanthemum*, *Eupatorium* (fig. 15). Partout règne le type crucifère, altéré seulement sur les organes relativement allongés, tels que la tige et les cotylédons, en ce sens que les divisions successives sont

perpendiculaires entre elles au lieu d'être obliques. Il est malheureusement assez rare que la disposition particulière des cellules accessoires de l'appareil stomatique qui résulte de ce mode de développement, se conserve avec toute la netteté désirable jusqu'à l'état adulte. Ordinairement les cellules accessoires prennent les mêmes dimensions et la même forme que les cellules épidermiques non intéressées dans la formation des stomates, de sorte que ceux-ci ne paraissent être entourés que de trois ou quatre cellules disposées sans aucune régularité apparente (fig. 17). Dans tous les cas on trouvera donc le stomate entouré de plusieurs cellules ou de trois cellules dont une est plus petite que les deux autres (fig. 16).

Cristaux. — Les espèces réellement cristalligènes sont rares dans la famille des Composées, du moins quant à leurs organes végétatifs. La partie interne du tégument de l'ovule, de même que la paroi ovarienne, renferment au contraire presque toujours des cristaux allongés prismatiques obliques. Peut-être, en cherchant avec beaucoup de soin dans les tissus parenchymateux du pétiole par exemple, découvrirait-on de petits cristaux aciculaires isolés ou réunis en houppes étoilées.

La forme des cristaux des Composées diffère considérablement de celle qu'on rencontre dans les autres Gamopétales périgynes, pour se rapprocher davantage de celle qui caractérise un groupe particulier des Gamopétales hypogynes, celui des Bignionacées, Gesnéracées, etc.

Ce sont le plus ordinairement des cristaux prismatiques, aciculaires, trop petits pour être déterminés, souvent réunis en un petit groupe qui peut simuler une agglomération. On observe cette forme, par exemple, dans le parenchyme des nervures et du pétiole du *Psacalium* (*Senecio*) *Bourgeanum* (1), du *Stifftia insignis*, qui les présente également dans ses cel-

(1) Je commets une faute contre les règles généralement admises de la Phytographie, en mettant entre parenthèses le nom générique le plus vaste, mais je ne puis guère faire autrement avant que les espèces aient été rigoureusement dénommées par les phytographes.

lules épidermiques, et du *Cosmophyllum* (*Podachænium*), *cacaliæfolium* (fig. 18); quelquefois (*Stifftia*) cette forme est mêlée à de petites lames parallélipipédiques. Dans le *Conoclinium* (*Eupatorium*) *ianthinum* (fig. 19), les cristaux aciculaires sont plus gros, parfois réunis en petites agglomérations rayonnées, et paraissent affecter la forme de prismes droits à base carrée, ce qui est d'autant plus probable qu'ils sont mêlés à de très beaux octaèdres presque réguliers et à des prismes très courts, lamellaires, modifiés sur les faces longitudinales par des faces octaédriques (1).

Les appareils sécréteurs des Composées viennent d'être l'objet d'un nouveau travail de M. Van Tieghem (2). Je pourrai donc me borner à énumérer brièvement, d'après M. Van Tieghem, les résultats généraux de ces recherches et de celles qui ont précédé.

Ces appareils affectent trois formes distinctes : des canaux oléifères, des cellules laticifères anastomosées, et de longues cellules résinifères. Suivant les tribus, ces trois formes se remplacent ou se superposent : en laissant de côté quelques formes de transition, les Radiées n'ont que des canaux oléifères, les Chicoracées n'ont que des réseaux laticifères, les Cynarées, du moins la plupart d'entre elles, ont à la fois des canaux oléifères et des cellules résineuses isolées.

(1) M. Vuillemin, dans un travail étendu sur l'anatomie de la tige des Composées, fait de la présence des cristaux un caractère épharmonique. Il peut avoir raison dans une certaine mesure, mais il est certain que l'affinité y est pour quelque chose; c'est ainsi, par exemple, que les Caryophyllées, quoique herbacées et peu ou point charnues sont en général riches en oxalate. Je ne suis plus d'accord avec cet observateur quand, d'une seule observation, il conclut à une influence générale de la carnosité sur l'abondance des cristaux. On voit ci-dessus que la présence des cristaux chez les Composées n'est pas aussi rare que le croit M. Vuillemin et que ce sont les plantes de grande taille et surtout les espèces ligneuses qui en renferment, fait qui est loin d'être isolé et sur lequel j'ai déjà attiré l'attention. Quant à l'influence de la carnosité comme telle, je ferai remarquer que, si les Cactées et les Portulacées sont très riches en cristaux, il n'en est pas de même des *Stapelia* et des *Euphorbia* cactiformes.

(2) *Bull. de la Soc. bot. de France*, 1883, p. 310 et *Ann. des sc. nat.*, 7e série, 1, p. 5, 1885.

Dans la tige et les feuilles, les canaux oléifères sont bordés de cellules sécrétrices spéciales et demeurent appliquées à la surface externe de l'endoderme; leur disposition relativement aux faisceaux varie suivant les genres. Outre ces canaux sus-endodermiques, la tige et les feuilles en possèdent quelquefois à la périphérie de l'écorce, sous l'épiderme, et assez souvent dans la moelle; plus tard, il se fait de nouveaux canaux sécréteurs dans le liber secondaire.

Les réseaux laticifères des Chicoracées appartiennent à ce tissu périphérique du plérome auquel M. Van Tieghem a donné le nom de péricycle, tissu dont les productions hypertrophiques ont été jusqu'à présent confondues avec les faisceaux. Ces laticifères, loin d'appartenir au liber ainsi qu'on l'a souvent dit, sont extérieurs au liber. Ce qui a donné lieu à l'ancienne manière de voir, c'est que, dans le *Cichorium*, par exemple, le réseau laticifère embrasse souvent un massif de tissu mécanique plus ou moins différencié qu'on prenait pour le liber primaire et qui appartient en réalité au péricycle.

La position des cellules résineuses isolées des Cynarées et des Vernoniacées est exactement la même que celle des laticifères des Chicoracées.

VARIATIONS ÉPHARMONIQUES.

Les variations épharmoniques des Composées, en tant qu'elles trouvent leur expression dans la structure de la feuille, sont peu nombreuses et peu intéressantes. Les stomates sont ordinairement répandus sur les deux faces de la feuille, quelquefois en aussi grand nombre à la face supérieure qu'à la face inférieure (*Hieracium villosum*). Le mésophylle est ordinairement bifacial, plus rarement centrique. Il y a souvent une forte tendance à la carnosité, les cellules en palissades étant disposées sur plusieurs rangs et se continuant ainsi jusqu'à la face inférieure. La plus forte expression de cette carnosité s'observe dans le genre *Senecio* (*Kleinia*) où

elle devient tout à fait typique. Il est évident que ce caractère seul ne peut servir à établir un genre distinct.

Presque toutes les espèces que j'ai étudiées sont adaptées à un milieu moyen et par conséquent probablement très variables sous l'influence du milieu.

La protection contre la trop forte transpiration est ordinairement obtenue par le développement du système pileux qui entraîne alors, ainsi qu'il le fait toujours, la saillie des cellules stomatiques au-dessus du niveau de l'épiderme, par exemple dans le *Cineraria cruenta*, dont les stomates occupent l'extrémité d'un véritable tube cylindrique ou conique formé par les cellules environnantes (fig. 20).

Quelquefois la cire en petites granules remplace les poils, substitution qui peut être regardée comme un excellent caractère spécifique.

Nous voyons, par exemple, les feuilles de l'*Hieracium Pilosella* garnies à la face supérieure de longues lacinies, à la face inférieure d'un tomentum de poils étoilés, les *H. repens* et *cymosum* recouverts du même revêtement pileux, mais à poils étoilés caducs, les *H. virosum*, *umbellatum*, *amplexicaule*, *tridentatum*, *Schmidtii* et *ramosum* pourvus de lacinies et de poils capités et enfin les *H. saxatile* et *villosum* garnis de lacinies et recouverts de cire granuleuse. Remarquons en passant la substitution bien évidente des poils étoilés aux poils capités glanduleux.

La présence de la cire a été constatée en outre sur les feuilles du *Kleinia neriifolia*, *ficoides* (1), etc.

Disposition des faisceaux dans le pétiole et dans les fortes nervures. — Le nombre des faisceaux de la feuille et leur disposition dépendent des dimensions de la feuille et la disposition ensuite spécialement de son orientation. Cette loi est si générale, qu'il est presque inutile d'entrer dans les détails lorsqu'il s'agit d'autre chose que d'une monographie complète.

En général, les feuilles occupant une situation latérale

(1) Cité par M. De Bary, *Bot. Zeit.*, 1871, col. 135.

(feuilles étalées), les faisceaux sont disposés en un arc d'autant plus ouvert en haut que le pétiole est moins différencié comme tel, c'est-à-dire qu'il diffère moins du limbe. Le nombre des faisceaux dépend ensuite des dimensions de la feuille et peut varier, dans les espèces étudiées, de cinq à un grand nombre. Lorsque les faisceaux sont peu nombreux, ils diminuent régulièrement de grosseur à partir du médian inférieur vers les deux latéraux supérieurs; dans le cas contraire il s'y mêle des fascicules plus petits qui ne sont pas toujours situés exactement sur le tracé de l'arc des faisceaux principaux (*Conoclinium*). La disposition est la même dans les grosses nervures, mais on y observe quelquefois (*Verbesina gigantea*) la formation d'un faisceau médian supérieur inverse, par renversement des cornes de l'arc et par fusion des fascicules détachés, c'est-à-dire à bois inférieur.

Dans les plantes à grandes feuilles radicales dressées (*Petasites*), la régularité de l'arc des faisceaux est moins apparente, la concavité de cet arc fermé en haut étant remplie d'une multitude de faisceaux dont quelques-uns ne présentent qu'un bois très réduit ou sont même purement libériens. La section du pétiole étant presque circulaire, légèrement aplatie à la face supérieure, la plupart des faisceaux orientent leur bois vers l'intérieur : quelques-uns seulement très voisins de la face supérieure font exception et rétablissent la symétrie zygomorphe de la feuille.

Faisceaux des veinules. — Ces faisceaux sont immergés dans le parenchyme assimilateur de la feuille ou rattachés à l'épiderme supérieur ou aux deux épidermes par du parenchyme incolore.

Systèmes mécaniques, ordinairement très peu développés dans la feuille, réduits à des massifs fibreux rarement bien importants au-dessus et au-dessous des faisceaux, dans le limbe, en dehors des faisceaux dans le pétiole, le plus souvent nuls. Dans le pétiole, même celui des grandes feuilles (*Petasites*, *Conoclinium*, *Cosmophyllum*), le tissu mécanique n'est

représenté que par une légère bande de collenchyme sous épidermique, à tel point qu'on se demande comment une feuille de *Cosmophyllum cacaliæfolium* (1) peut se tenir étalée à l'air libre.

Je n'ai trouvé qu'un seul exemple de cellules scléreuses, dépourvues d'accroissement propre et réunies par petits groupes, disposés suivant une zone périphérique dans le parenchyme du pétiole du *Stifftia insignis*.

Nulle part je n'ai rencontré de réservoirs d'eau proprement dits autres que l'épiderme, dont le volume n'a du reste rien d'extraordinaire relativement à la feuille.

SUBDIVISION DE LA FAMILLE.

Les organes sécréteurs pourront peut-être servir un jour à caractériser les tribus et à les rattacher d'une manière naturelle les unes aux autres et servir par leur distribution à la définition de groupes de valeur moindre. Ceci à part, je crois devoir affirmer qu'il n'existe dans la feuille aucun caractère capable de distinguer les genres. On sera peut-être plus heureux en étudiant la structure de la tige et certainement plus heureux en examinant celle du péricarpe.

La description des espèces gagnera beaucoup par l'anatomie, mais nous attendrons encore longtemps une monographie anatomique de cette nombreuse famille, qui ne paraît pas devoir nous promettre de bien surprenants résultats au point de vue de l'anatomie générale et qui par conséquent ne tentera que difficilement la curiosité des anatomistes.

Classe III. — CAMPAÑALES.

6. — CAMPANULACÉES.

(Inclus Lobéliacées. — Pl. 11, fig. 1-4.)

Poils unicellulés, coniques ou cylindro-coniques, à paroi peu épaissie, souvent cystolithiques, à cuticule ornée de perles, plus rarement de fines

(1) Il me paraît probable que cette plante, que MM. Bentham et Hooker

stries spiralées ou de stries grossières également spiralées, très rarement lisses. Stomates entourés de cellules irrégulièrement disposées; cellule mère formée à la suite d'une ou de plusieurs divisions courbes différemment orientées. Cristaux nuls. Laticifères articulés dans le liber.

Les poils ne présentent rien de bien particulier si ce n'est qu'ils renferment ordinairement une quantité plus ou moins abondante d'une trame cellulosienne qui sert de support à un dépôt de carbonate de chaux. Dans la majorité des cas, leur surface est ornée de perles saillantes, souvent allongées dans le sens du poil et qui, très rapprochées et peu distinctes à l'état très jeune, produisent l'impression de deux systèmes de stries, les unes inclinées à droite, les autres à gauche (*Campanula laciniata*) (fig. 1). Des stries longitudinales ou plutôt spiralées à pas très allongé ont été observées sur les poils obtus de l'*Adenophora liliiflora* (fig. 2).

Les stomates sont également très uniformes. La cellule mère spéciale naît à la suite de une, deux ou même plusieurs divisions par des cloisons courbes qui sont inclinées les unes sur les autres, comme dans les Crucifères; le nombre de ces divisions varie sur la même plante et le degré d'inclinaison des cloisons est également variable suivant le mode d'accroissement de l'organe sur lequel on les observe. Souvent même la direction de l'ostiole par rapport à la dernière cloison formée varie.

Ordinairement, sur la feuille, les cellules accessoires de l'appareil stomatique subissent le même sort que les cellules environnantes; elles deviennent onduleuses ou leurs parois s'épaississent, etc., de sorte qu'il est le plus souvent difficile, en examinant l'appareil stomatique adulte, de se rendre compte de son mode de développement (fig. 4). Dans tous les cas on sera plus heureux en s'adressant non à la feuille, mais à la tige.

identifient avec le *Podachænium alatum* Benth., est loin de présenter dans la nature des feuilles aussi grandes que dans nos serres, où elles peuvent dépasser les deux pieds de longueur qu'indique également C. Koch, l'auteur de l'espèce. Bentham n'indique que cinq pouces (*Walp. Ann.*, V, p. 230) pour l'échantillon spontané.

Là, il y a sous ce rapport quelques variations qui constituent sans doute autant de caractères d'espèces; les cellules épidermiques étant très allongées, les cellules accessoires, s'il y en a, sont relativement très courtes et leur position dévoile le mode de développement de tout l'appareil (*Campanula Erinus*). Dans le *C. garganica* les cellules accessoires ou l'une d'elles peuvent même subir des cloisonnements secondaires, et le stomate se trouve alors accompagné d'un groupe de cellules parfois assez compliqué. De grands stomates aquifères paraissent toujours se trouver à la face supérieure des glandules qui terminent les dents des feuilles et qui se montrent déjà fort bien développées à l'extrémité des cotylédons.

Les laticifères articulés appartiennent au liber et se trouvent dans la tige à égale distance environ de l'endoderme et du cambium. L'avenir nous montrera quelle en est la véritable origine; d'après une étude rapide de la très jeune racine, ils semblent ordinairement naître immédiatement au-dessous de l'assise péricambiale, au nombre de deux pour chaque faisceau libérien (le faisceau de la racine étant diarche) (1).

(1) La radicule des Campanulacées, à l'exception du *Platycodon*, présente une structure d'une régularité mathématique, telle que je ne l'ai trouvée nulle part ailleurs; à part quelques légères exceptions, le nombre des cellules d'une coupe transversale est constant et égal à 66, l'épiderme non compris. De ces 66 cellules, 36 appartiennent au périblème, 30 au plérome. Voici, en résumé, leur disposition. Le périblème consiste primitivement en deux assises chacune de 12 cellules, placées en alternance régulière; mais l'assise interne a subi une division tangentielle et les cellules filles internes, opposées cette fois aux cellules immédiatement extérieures, constituent un endoderme de 12 cellules. Le plérome lui-même commence à l'extérieur par deux assises de 12 cellulles en alternance régulière avec l'endoderme et entre elles ; le petit espace central qui reste au milieu est occupé par 6, rarement 7 cellules. Il est clair que 4 des cellules doivent alterner avec les cellules de l'assise plus externe, et que les deux autres doivent être opposées à deux de ces cellules; ces deux systèmes de deux cellules opposées sont d'ailleurs situés sur le même diamètre et déterminent de suite la position de la plaque vasculaire.

Toutes ces observations peuvent se poursuivre avec la plus grande facilité sur le *Prismatocarpus Speculum;* on parviendra même, sans beaucoup de peine, à déterminer rigoureusement l'origine véritable de chacun des éléments du faisceau; en effet, la multiplication cellulaire qui précède la différenciation des premiers éléments libériens et ligneux est très faible, et on voit nettement,

L'anatomie ne permet ni la séparation des Lobéliacées ni même la détermination rationnelle d'un seul genre, si ce n'est celle du genre *Platycodon*, le seul qui possède des fibres mécaniques.

D'après des recherches que j'ai faites dans le but de m'orienter au milieu de tous ces caractères de valeur assez faible, je puis dire que l'étude du testa, du pollen, etc., ne m'a pas conduit à autre chose qu'à distinguer le genre *Platycodon* au milieu des autres Lobélio-Campanulacées. Toutes les autres différences ne dépassent pas la dignité spécifique.

Variations épharmoniques. — Le mésophylle de toutes les espèces étudiées est bifacial; mais on trouvera des différences dans le nombre et dans le degré de différenciation des cellules en palissades. Partout j'ai observé une structure médiocrement héliophile. L'ensemble du tissu en palissades ne dépasse guère la moitié de l'épaisseur du mésophylle (*Campanula bononiensis*).

Les poils seuls servent à tempérer la transpiration; l'épiderme seul, dans quelques cas douteux, sert de magasin d'eau; à cela il faudra peut-être ajouter la carnosité relative de la tige (*Campanula laciniata*).

de chaque côté de la plaque ligneuse, un tube cribreux accompagné de chaque côté d'un laticifère.

Les autres Campanulacées paraissent être dans le même cas, sauf le *Platycodon*, dont l'embryon possède un périblème de 5-7 assises et un plérome multicellulé : encore un nouveau point qui distingue cette plante curieuse parmi toutes les autres Campanulacées. Son pollen est marqué de plis longitudinaux, tandis qu'il n'y a que des pores équatoriaux chez les autres; elle est la seule Campanulacée qui possède du liber dur. Les vaisseaux ponctués du bois se distinguent de ceux des autres Campanulacées en ce qu'ils ont des diaphragmes obliques percés d'un petit nombre de boutonnières parallèles, tandis que les autres n'ont qu'un trou ovale.

D'une manière générale, la structure anatomique de l'embryon, au point de vue de son degré d'évolution et notamment du nombre des assises cellulaires du périblème, nombre qui peut même influer sur la structure définitive de l'écorce primaire et du plérome, ainsi que le développement relatif des cotylédons, ne peut tarder à attirer l'attention des anatomistes. Selon moi, cette étude fournira des caractères de famille autrement précis que l' « embryo minimus », etc., des systématiciens.

Je suis convaincu que l'anatomie comparée de la tige, enrichie de quelques données sur les poils et les appareils stomatiques, rendra de plus grands services que celle de la feuille.

Cependant il paraîtrait, d'après les dernières recherches sur les faisceaux médullaires d'un grand nombre de *Campanula* et de *Phyteuma* que le degré de développement de ces faisceaux ne peut être utilisé dans la Botanique systématique, parce qu'il est très inconstant dans la même plante. M. Westermaier (1) pense que ces faisceaux ne se développent que dans les espèces de grande taille ou dans celles de petite taille qui produisent beaucoup de fleurs, plantes qui auraient besoin d'un système conducteur considérable pour la migration des principes albuminoïdes et d'un squelette robuste. M. Weiss (2) montre que ce système est très inégalement développé dans la même espèce (*Campanula latifolia*).

En dehors de ces faisceaux, les poils plus ou moins gros, plus ou moins longs, plus ou moins cystolithiques, la forme et la disposition des stomates sur l'épiderme de la tige, et enfin la présence ou l'absence d'un périderme, peuvent être utilisés. Ce dernier naît le plus souvent sous l'endoderme (3); mais il ne paraît pas toujours en être ainsi. Je l'ai trouvé en effet sous l'épiderme dans le *C. lactiflora*.

Série II. — *Hétéromères.*

Classe IV. — ERICALES.

7. — ÉRICACÉES.

(Pl. 11, fig. 5-19.)

Poils de trois espèces: 1. simples, unicellulés; 2. plurisériés, cylindriques ou en écailles scarieuses; 3. glanduleux ordinairement en écus-

(1) Westermaier, *Beiträge zur vergl. Anatomie der Pflanzen* (*Monatsb. der K. Akad d. Wiss.* Berlin, 1882, p. 1064).

(2) J.-E. Weiss, *Das markständige Gefässbündelsystem einiger Dicotyledonen* (*Bot. Centralbl.*, t. XV, p. 327).

(3) O. G. Petersen, *Sur la formation du liège dans les tiges herbacées* (*Journ. de Bot. de Copenhague*, 1874, p. 231).

son, plus rarement capités; les trois espèces réunies sur la même plante ou ceux de la première catégorie mêlés à ceux de l'une des catégories suivantes en une seule espèce. Stomates entourés de plusieurs cellules irrégulièrement disposées, rarement, et par accident, accompagnés d'une ou de deux cellules parallèles à l'ostiole. Cristaux en agglomérations grossières, ou simples, prismatiques obliques, diversement tronquées, ou mâclés. Parenchyme fondamental ordinairement hétérogène, c'est-à-dire composé d'un mélange de cellules actives, éventuellement chlorophylliennes, et de cellules inertes, souvent cristalligènes. Laticifères et autres organes sécréteurs internes nuls.

La feuille des Éricacées a eu le privilège d'attirer l'attention des anatomistes et d'éveiller en eux le goût de l'anatomie systématique. Nous possédons déjà en effet deux mémoires, le premier de M. Mori (1) et un autre, plus complet, de M. E. Ljungström (2). Je ne suis malheureusement pas en état de tirer tout le parti désirable de ce dernier travail, rédigé en suédois; mais les deux planches, représentant surtout des coupes de feuilles, sont assez éloquentes pour suppléer en partie au texte. Je ne crois pas que l'auteur se soit préoccupé de trouver les caractères généraux de toute la famille; il semble avant tout vouloir montrer quelles différences il y a entre les feuilles des espèces du groupe des Éricées. A l'exception des *Erica stricta* et *Tetralix*, aucune des espèces que j'ai étudiées ne figurent dans le travail de M. Ljungström et réciproquement celles qu'il décrit n'ont pas été à ma disposition. Nos recherches se complètent. Toutes les fois que j'aurai à citer une observation de l'observateur suédois je ferai suivre le nom de la plante de la lettre (L), entre parenthèses.

Poils. — Les poils sont de trois espèces : 1° *Poils tecteurs unicellulés*, cylindriques, aigus ou arrondis au sommet, lisses ou ornés de perles cuticulaires, souvent épaissis jusqu'à disparition du lumen, ordinairement plus étroits que la cellule

(1) *Sulla struttura delle foglie delle Ericacee* (*Novo Giornale Botanico italiano*, t. IX, 1877).

(2) *Bladets Bygnad inom Familgen Ericineæ I. Ericeæ. — Lunds Universitets arskrift*, t. XIX. Lund. 1883.

épidermique qui leur a donné naissance. Cette dernière particularité, qui n'est pas précisément fréquente sur les organes aériens (elle est au contraire générale ou presque générale pour les poils radicaux), est très caractéristique (*Kalmia*, fig. 9, *Ledum*, *Menziesia*, un grand nombre d'*Erica*, etc.).

Dans une espèce, le *Clethra alnifolia* (face supérieure, sur les nervures) (1), je les ai trouvés réunis par petits fascicules qui peuvent même simuler des poils étoilés à environ 5 branches, mais j'ignore s'il ne faudrait pas les considérer comme une forme métamorphique spéciale des poils plurisériés, dont il sera question plus loin. Ces poils se trouvent en abondance à la face inférieure des feuilles révolutées des *Erica* (fig. 5), en plus petit nombre et moins développés à la face supérieure des feuilles d'un grand nombre d'espèces du même genre, sur les jeunes organes, souvent sur le pétiole et même sur le limbe adulte des *Rhododendron*, dans les genres *Leucothoe* (fig. 6), *Arctostaphylos* et dans les genres déjà cités. Les mieux développés ont été observés sur le pétiole de l'*Arctostaphylos Uva-Ursi* (fig. 8), ils sont très longs, cylindriques, aigus, lisses, épaissis jusqu'à disparition presque complète du lumen.

2° *Poils tecteurs plurisériés*, allongés coniques droits, aigus ou cylindriques droits ou contournés, composés d'un grand nombre de cellules, à parois peu épaissies, souvent brunes, placées exactement bout à bout, rarement à pointe libre, renversée en dehors (*Azalea amœna*), comme dans les Composées, les Papavéracées, les Portulacées et les Saraujées. Ce sont des poils de cette nature qui forment les cils bien connus sur les bords géométriques de la feuille de plusieurs *Erica* (*E. ciliaris*, fig. 13, *Tetralix*, etc.); ce sont encore eux qui forment sur les *Ledum* un indumentum roux-ferrugineux. Chez les *Rhododendron* ils concourent avec les poils glanduleux à pro-

(1) Nous avons là encore une de ces merveilleuses concomitances des caractères végétatifs et des caractères tirés des organes reproducteurs. On sait que le pollen des Éricacées est composé de 4 grains réunis. Or le genre *Clethra* a des grains de pollen simples, caractère qui a suffi à MM. Bentham et Hooker pour en faire un genre anomal. De même que le cas de pollen simple est isolé dans la famille, de même les poils fasciculés sont isolés.

duire ce même aspect ferrugineux. Ils paraissent souvent être seuls, si on ne compte pas la forme unicellulée, chez les vrais *Azalea*. Complétons cet aperçu par quelques indications sur les formes aberrantes qui probablement doivent être considérées comme des caractères de genre. Dans le *Ledum canadense* le poil plurisérié, cylindrique, contourné, paraît implanté sur une petite masse cylindrique cellulosienne et d'apparence homogène, qui a l'air d'être formée soit par une seule cellule, soit par plusieurs cellules à parois épaissies jusqu'à disparition du lumen. N'ayant pas étudié le mode de développement de ces poils, je ne puis me prononcer en ce moment pour l'une ou l'autre de ces alternatives. Le *Lyonia paniculata* ainsi qu'une plante étiquetée au Muséum *Leucothoe* (*Agarista*) *buxifolia* présentent des poils en forme de languette (fig. 7), brunâtres, appliqués sur l'épiderme, composés de deux assises de cellules allongées dans les parties moyenne et terminale, très courtes au contraire dans la partie basilaire rétrécie en forme de pied. Je ne crois pas me tromper en disant que l'étude de ces poils sera d'un grand secours dans l'étude et la délimitation des genres encore assez mal définis de *Lyonia*, *Agarista*, *Leucothoe*, *Andromeda*, etc.

Sur les organes floraux ces poils peuvent se réduire à une seule assise de cellules plus ou moins déchiquetée sur les bords et au sommet et assez semblables aux folioles calicinales très réduites de certaines Composées (ovaire de l'*Azalea annacea*).

3° *Poils glanduleux*, à pied plurisérié, à tête multicellulée, discoïde ou sphérique, à sécrétion ordinairement sinon toujours intercellulaire. Ces poils paraissent appartenir en propre à la tribu des Rhodorées qui peuvent par conséquent présenter à la fois les trois formes. M. de Bary (1) a décrit et figuré les poils écussonnés si curieux des *Rhododendron* et il donne également la description d'une forme analogue, mais capitée, qu'on trouve sur les *Ledum* (2).

Dans les *Rhododendron*, le pied plurisérié enfoncé dans une

(1) *Vergl. Anat.*, p. 102.
(2) *Ibid.*, p. 103.

dépression cratériforme de l'épiderme, porte un grand nombre de cellules rayonnantes en dedans d'un cône très obtus et renversé; les cellules périphériques sont étirées de manière à constituer par leur réunion un rebord rayonné autour de la surface supérieure plane du poil (fig. 12); les cellules centrales se rétractent en leur milieu et laissent entre elles des espaces bientôt confluents qui se remplissent du produit de la sécrétion.

Chez les *Ledum*, le pied est un peu plus allongé, la tête sphérique présente à sa surface un réseau polygonal qui indique la délimitation des cellules, mais plus profondément ces cellules rayonnantes s'amincissent au point de devenir filiformes à l'extrémité qui aboutit au pied. Les espaces intercellulaires sont remplis d'huile.

Il faudra de nouvelles recherches pour voir si les choses se passent de même dans les autres genres à poils capités. Jusqu'à présent les poils glanduleux ont été signalés en outre dans les genres suivants, tous de la tribu des Rhodorées : *Phyllodoce*, *Dabœcia*, *Menziesia* (!), *Rhodothamnus*, *Ledothamnus*, *Befaria*.

Quant aux autres tribus des Éricacées, je ne trouve une indication de poils glanduleux que pour les genres *Orphanidesia* et *Agauria*, tous deux voisins des *Lyonia* et qui présentent peut-être également ces poils plurisériés que j'ai décrits plus haut et qu'on aura pris pour des poils glanduleux (1).

C'est surtout dans le grand genre *Rhododendron* que l'étude comparée de ces poils rendra des services considérables. Il y a lieu d'en distinguer deux catégories nettement tranchées : *a*. les poils restent glanduleux et présentent l'aspect de petites écailles robustes, rigides, ordinairement brunes au centre et hyalines sur le bord, d'autres fois entièrement brunes

(1) Ces indications sont empruntées, en effet, aux ouvrages de Botanique descriptive. La présence des prétendues glandes a donc été constatée sans le secours du microscope. Il est presque inutile d'ajouter que, dans tous les cas, il peut y avoir des poils capités dans les bourgeons, mais qui disparaissent sur la feuille adulte (*Arctostaphylos*). M. Ljungström figure également un poi capité sur une très jeune feuille d'*Erica stricta*.

(*Rh. formosum*, *Maddenii*, *retusum*, *Dalhousiæ*, *ferrugineum*, *Nuttalii*) ; *b.* ils se réduisent bientôt à l'état d'une membrane hyaline froissée à bord irrégulier (*Rh. arboreum*, fig. 10, *argenteum*) et donnant à la feuille un aspect blanchâtre caractéristique. Le *Rh. Catawbiense* me paraît se placer sous tous ces rapports entre les deux groupes; en effet, sur la feuille adulte ses poils sont aplatis, comme écrasés, composés de cellules rayonnantes. Dans le *Rh. argenteum* (fig. 14) la métamorphose arrive à son maximum. Le poil ne se compose plus que d'un pied solide dont la composition n'a pu être reconnue sur la feuille adulte, par suite de l'épaississement excessif des parois cellulaires et d'un bouquet étalé horizontalement de petites brindilles filiformes simples ou ramifiées qui sont évidemment les restes de cellules mortes peut-être à la suite de l'épanchement du produit de la sécrétion. On devine l'effet optique produit par tous ces filaments extrêmement ténus, enchevêtrés les uns dans les autres, effet optique auquel la plante doit son nom spécifique (1).

Stomates. — Dans l'immense majorité des cas, les stomates sont entourés de plusieurs cellules épidermiques disposées sans aucun ordre appréciable (fig. 11) ; cela frappe d'autant plus les yeux, qu'ils sont très souvent beaucoup plus grands que les cellules épidermiques. La seule exception bien franche que j'aie rencontrée, appartient au genre *Gaultheria* (*procumbens* et *Shallon*) ; l'une des cellules avoisinant le stomate de ces plantes s'étend parallèlement à l'ostiole; une seconde cellule, plus grande, embrasse l'autre côté, de sorte qu'il est évident que nous avons affaire au mode de développement triangulaire, la formation de la cellule mère spéciale n'étant précédée que de deux divisions inclinées l'une sur l'autre et

(1) Les métamorphoses de cette nature, et auxquelles on pourrait donner le nom de métamorphoses par nécrose, ne paraissent pas être bien rares, quoique, à ma connaissance, elles n'aient jamais été signalées. Je puis dire, dès à présent, qu'elle interviendra également dans la classification du genre *Vismia* (Hypéricinées).

e stomate étant par conséquent pincé entre deux cellules accessoires. Sur les feuilles linéaires des *Erica* il peut arriver également, précisément par suite de l'accroissement linéaire, que le stomate se trouve accompagné de deux cellules latérales; mais on voit de suite que l'appareil stomatique comprend non pas deux, mais trois ou plus souvent quatre cellules accessoires (voy. Ljungström, *loc. cit.*, pl. I, fig. 2 et 3).

Partout où je l'ai observée, l'antichambre est très large, limitée en dehors par un exostome légèrement saillant, robuste, incliné des deux côtés à la manière des deux versants d'un toit, tous caractères dont on peut fort bien constater l'existence sur une simple vue de face de l'épiderme. Le plus souvent les stomates sont relativement courts et se rapprochent même de la forme circulaire (*Leucothoe*, *Arctostaphylos*, plusieurs *Rhododendron*); il peut même arriver que leur largeur dépasse sensiblement la longueur, surtout lorsqu'ils sont posés sur une petite éminence épidermique ainsi que cela se présente dans les espèces fortement velues (*Rh. arboreum*, fig. 11).

Cristaux. — Les cristaux d'oxalate sont ou bien des agglomérations à éléments grossiers, probablement prismatiques obliques, souvent de structure manifestement rayonnée (fig. 15), ou bien des formes simples (*Arctostaphylos*, *Leucothoe*), prismatiques obliques, tronquées de diverses manières ou mâclées, telles qu'on les obtient artificiellement dans les liqueurs acides (fig. 16). Les deux formes simple et agglomérée peuvent d'ailleurs se rencontrer concurremment dans la même plante (*Rhododendron arboreum*).

Parenchyme fondamental. — Il convient de citer ici une particularité que A. Gris a déjà relevée dans son travail sur la moelle et qui, quoiqu'elle ne soit pas constante dans toute la famille, peut pourtant servir à confirmer la diagnose. Je veux dire le caractère hétérogène du parenchyme fondamental: le parenchyme du pétiole, des fortes nervures aussi bien que celui de l'écorce et de la moelle, consiste en un mélange de

cellules vivantes, vertes dans les parties exposées à la lumière et de cellules inertes ordinairement plus grandes et incolores. Les files de cellules vertes décrivent des méandres capricieux au milieu du parenchyme incolore fréquemment cristalligène. C'est surtout dans les *Rhododendron* qu'on peut observer cette intéressante division du travail, mais elle existe également ailleurs, par exemple, très belle, dans le *Lyonia paniculata*.

SUBDIVISION DE LA FAMILLE.

J'ai déjà eu l'occasion de dire que les poils glanduleux appartiennent aux Rhodorées. Si les recherches ultérieures portant sur un plus grand nombre d'espèces, me donnent raison, nous aurons là un excellent caractère distinctif qu tranche la famille en deux groupes, les Éricacées vraies et les Rhodoracées, bien mieux que ne le font les anthères appendiculées et les anthères non appendiculées; ce dernier caractère est du reste abandonné et ne figure plus, par exemple, dans le Genera de Bentham et Hooker. J'ai également montré que le *Clethra* se dévoile anatomiquement comme un genre anormal, par ses poils fasciculés et, je puis l'ajouter, par son appareil stomatique conservant le plus souvent l'aspect du type crucifère. Quant à l'affinité de ce genre avec les Saraujées, je puis dire qu'elle doit être sérieusement prise en considération.

L'étude des affinités multiples des différentes tribus de la famille peu naturelle des Ternstrœmiacées est d'ailleurs un des problèmes les plus difficile de l'Anatomie et de l'Organographie systématiques. Les Saraujées composées des genres *Sarauja* et *Actinidia* (je n'ai pas étudié le genre *Stachyurus*, autrefois rangé parmi les Pittosporées et dont la position est encore très douteuse), dénotent une affinité évidente avec les Dilléniacées, parmi lesquelles Lindley les avait comptées, affinité qui trouve son expression anatomique dans la présence de raphides bien caractérisés. D'un autre côté, les *Sarauja* portent sur la tige, sur les feuilles et sur le calice des poils

plurisériés d'une seule assise de cellules, déchiquetés sur les bords par suite de la saillie des terminaisons libres des cellules marginales et qui rappellent absolument les écailles analogues d'un grand nombre d'Éricacées; à la face inférieure des feuilles et sur les nervures, on trouve en outre des faisceaux de poils unicellulés implantés sur de petites saillies épidermiques, et semblables, au nombre des poils près, à ceux du *Clethra alnifolia;* mais ce dernier est précisément dépourvu de poils plurisériés, et ses cristaux ont la forme des agglomérations grossières de la plupart des Éricacées et, je puis ajouter, de la plupart des Ternstrœmiacées (autres que les Saraujées et les Margraviacées — *Cleyera*, *Visnea*, *Camellia*, etc.). On le voit, toutes ces incertitudes que les Organographes les plus autorisés n'ont pu lever, restent des incertitudes après l'étude anatomique, tant ces deux ordres de caractères sont concordants. J'en conclus qu'elles ne proviennent pas de notre ignorance, mais qu'elles résident dans la nature même des choses : la position de certaines plantes est *objectivement*, non *subjectivement* incertaine.

L'anatomie des organes végétatifs ne me paraît pas fournir d'autres moyens de diviser rationnellement la famille des Éricacées. Si le groupe des Éricées semble ne pouvoir être confondu avec les autres Éricacées, c'est à ses allures épharmoniques qu'il le doit.

Il ne me restera donc plus qu'à dire quelques mots des allures épharmoniques de toute la famille.

Quelques rares espèces à part, les Éricacées sont éminemment xérophiles, et le plus souvent en même temps héliophiles. La transpiration est tempérée par le revêtement pileux, par la forme révolutée des petites feuilles des *Erica;* la réserve d'eau est assurée par la structure du bois, à vaisseaux très fins et très nombreux, par l'épiderme supérieur souvent chargé de gomme (fig. 9) ou par un hypoderme, rarement par des réservoirs vasiformes. Je le répète, toutes les fois que l'anatomie parvient à distinguer les genres des Éricacées, cette distinction repose uniquement sur les allures végétatives ou

même sur les allures épharmoniques, par conséquent sur un caractère artificiel. Si une espèce d'un genre quelconque présentait des feuilles très petites, à bords révolutés, à stomates saillants, localisés dans les deux sillons velus qui sont compris entre les bords de la feuille et la nervure médiane, à épiderme supérieur gummifère, etc., tous caractères épharmoniques des *Erica*, cette plante éricacée ne serait pas un *Erica* pour cela : le moindre caractère anatomique ou organographique, non purement épharmonique établirait de suite la distinction : tout le cortège de caractères épharmoniques devrait céder devant celui-ci; en voici un exemple concret :

Les feuilles du *Menziesia Dabœcia* offrent une structure anatomique à fort peu de chose près identique avec celle des *Erica* à feuilles sub-planes (par exemple, *E. ciliaris*). Les fleurs elles-mêmes simulent celles des *Erica;* certes, à première vue, on serait plutôt tenté de rapprocher la plante de ces derniers que des *Rhododendron*, mais le dos des anthères est dépourvu d'appendice, et la fleur entière manifeste une forte tendance au zygomorphisme. Or l'anatomie nous dit : *Menziesia*, poils glanduleux, capités; — *Erica*, pas de poils glanduleux sur la plante adulte; le premier genre appartient aux Rhodorées, le second aux Éricées.

ALLURES ÉPHARMONIQUES.

1. *Arbutées.* — L'*Arctostaphylos Uva-Ursi* dénote bien son port spécial par la structure de la feuille : deux assises de palissades occupant moins du quart de l'épaisseur de la feuille; parenchyme spongieux très méatique; stomates seulement à la face inférieure, très grands. Système mécanique nul; un seul faisceau dans le pétiole et dans la nervure médiane. Poils unicellulés cylindriques. Dans l'*Arbutus Unedo*, même structure, sauf que les deux assises de palissades prennent à peu près la moitié de l'épaisseur du mésophylle. Cuticule assez épaisse; poils nuls. Un faisceau sans fibres mécaniques dans le pétiole; dans la nervure médiane, faisceau surmonté d'un

autre plus petit, inverse, tous deux accompagnés de quelques fibres. Je n'ai pas vu de cristaux dans la feuille, mais il en existe de nombreux, simples, très variés, dans la tige.

2. *Andromédées.* — Toutes les espèces étudiées présentent un mésophylle bifacial; l'héliophilie la plus faible a été observée dans le *Leucothoe coriacea*, qui possède environ trois assises de palissades tout au plus deux fois plus longues que larges et occupant moins de la moitié de l'épaisseur de la feuille, la plus forte dans le *Lyonia paniculata*, dont les palissades, également sur deux rangs, sont de six à huit fois plus longues que larges. Dans le *Zenobia pulverulenta*, les deux assises prennent les deux tiers de l'épaisseur du limbe, mais les palissades sont à peine quatre fois plus longues que larges. Enfin, chez les *Gaultheria*, les feuilles sont plus épaisses et les quatre assises de palissades, environ deux fois plus longues que larges, occupent la moitié de l'épaisseur totale.

Les stomates n'existent qu'à la face inférieure; les épidermes sont le plus souvent onduleux. Cuticule médiocrement épaissie, poils en petit nombre. Aucun organe spécial pour la réserve d'eau. Le système mécanique se réduit à des massifs fibreux qui accompagnent les faisceaux en dessus et en dessous (*Gaultheria*, *Zenobia*, *Leucothoe*); il est ordinairement moins développé dans le pétiole que dans la nervure médiane, sauf chez le *Leucothoe*. Le faisceau foliaire du *Lyonia*, déjà fortement recourbé dans le pétiole, donne souvent naissance, dans la nervure médiane, à deux fascicules détachés supérieurs, inverses, enfermés dans une même gaine fibreuse avec le faisceau médian.

3. *Éricées* (*Erica*, *Calluna*). — Mésophylle très rarement centrique, ordinairement bifacial ou présentant quelquefois des cellules en palissades à la face inférieure, sous la nervure médiane. Limbe rarement plan, ordinairement révoluté sur les bords et laissant, entre la nervure médiane et les bords, deux bandes ou sillons garnis de poils unicellulés, rugueux,

entre lesquels se trouvent les stomates saillants. Palissades toujours sur une seule assise. Épidermes rectilignes ou onduleux, lisses ou ornés de perles. Le supérieur souvent gummifère sur la paroi interne, rarement également sur la paroi externe et paraissant divisé tangentiellement en deux ou trois assises.

Système mécanique nul ou réduit à des massifs fibreux au-dessus et au-dessous du faisceau de la nervure médiane.

Voici une clef pour la détermination des espèces suivantes : *E. cupressina* (L.), *stricta* (L.-V.), *æmula* (L.), *picta* (L.), *Ostermeyeri* (L.), *vestita* (L.), *concinna* (L.), *conferta* (L.), *ampullacea* (L.), *dianthifolia* (L.), *cinerea*, *mediterranea*, *carnea*, *ciliaris*, *multiflora*, *Tetralix*, *viridi-purpurea*, *Calluna vulgaris*.

Cette clef a surtout pour but de montrer d'une manière synoptique les différentes modifications épharmoniques qui se sont introduites dans la structure de la feuille des Éricées. Elle est, en effet, trop incomplète pour servir à la détermination générale des espèces.

A. Feuille cylindrique; structure centrique............ *E. cupressina* (L.).
B. Feuille non cylindrique ; structure au moins partiellement bifaciale.
I. Épiderme supérieur gummifère sur la paroi interne, à cellules partiellement remplies de gomme et refoulant leur plasma vers la paroi externe.
  a. Coupe de la feuille plus haute que large..... *Calluna vulgaris* (L.).
  b. Coupe de la feuille plus large que haute.
    1. Bords de la feuille réfléchis de manière à former un bord géométrique tranchant, dont l'angle (sur la coupe transversale) est plus petit qu'un angle droit.
      α. Cellules en palissades, seulement sur les parties de la face morphologiquement supérieure, qui, par suite de la réflexion, se trouvent géométriquement inférieures... *E. dianthifolia* (L.).
      β. Palissades sur toute la face morphologiquement supérieure.
        * Bord géométrique très aigu (angle ne dépassant pas 45°).
          † Sillon de la face inférieure largement ouvert, cuticule peu épaissie à la face inférieure.
E. conferta (L.), palissades occupant un tiers de l'épaisseur totale.
E. cinerea, palissades occupant la moitié de l'épaisseur totale.
          †† Sillon presque fermé par les bords morphologiques de la feuille; cuticule très forte à ses bords.
E. ampullacea (L.).

** Bord géométrique obtus (angle dièdre dépassant 45° sans atteindre 90°).

† Cellules de l'épiderme supérieur très hautes, atteignant à l'endroit des sillons jusqu'à un tiers de l'épaisseur de la feuille .... *E. æmula* (L.), *E. concinna* (L.), *E. carnea*.

2. Feuille réfléchie, arrondie sur les bords ou formant un angle dièdre obtus plus grand qu'un angle droit.

α. Bords géométriques arrondis.

* Nervure médiane largement saillante à la face inférieure. *E. Ostermeyeri* (L.).

** Nervure médiane très peu saillante; sillons à peine marqués. *E. vestita* (L.).

β. Bords géométriques tranchants, mais très obtus; sillon étroit. *E. mediterranea*.

II. Épiderme supérieur non gummifère.

a. Cellules en palissades à la face inférieure dans la nervure médiane très développée.

1. Nervure médiane plus saillante que les bords morphologiques de la feuille : bords géométriques mollement arrondis. *E. viridi-purpurea*.

2. Nervure médiane égalant ou ne dépassant pas les bords morphologiques; bords géométriques brusquement infléchis. *E. stricta* (L.).

b. Pas de cellules en palissades à la face inférieure.

1. Feuilles presque planes, mollement réfléchies aux bords; sillons très larges; bords géométriqnes ciliés .... *E. ciliaris*.

2. Feuille fortement et brusquement réfléchie.

α. Massifs fibreux au-dessus et au-dessous des faisceaux.

* Cuticule faible, nombreux poils à la face supérieure. *E. Tetralix*.

** Cuticule forte, pas de poils à la face supérieure. *E. picta* (L.).

β. Système mécanique faible; un seul massif fibreux au-dessous du faisceau de la nervure médiane .... *E. multiflora*.

J'espère que cet exemple montrera qu'il sera possible de se laisser guider par l'anatomie dans la détermination des espèces d'un genre aussi important que celui dont il s'agit. Je tiens à déclarer encore une fois que je n'ai eu recours qu'aux caractères qui expriment le mieux l'épharmonisme. Dans une clef complète, on aura recours également à la forme des cellules épidermiques, aux ornements cuticulaires de l'épiderme et des poils, etc., etc.

4. *Rhodorées*. — Nous connaissons les principaux caractères taxinomiques du grand genre *Rhododendron*. A en juger d'après les dix-huit espèces que j'ai étudiées à l'état vivant, les allures épharmoniques, comme dans tous les groupes à hypoderme, sont assez uniformes. L'hypoderme est, en effet, le réservoir d'eau de beaucoup le plus commun ; l'épiderme gummifère est plus rare (*Rh. retusum*).

La feuille, toujours bifaciale, renferme une, deux ou plusieurs assises de palissades ; l'épiderme inférieur a des cellules planes ou papilleuses, lisses ou striées. Le plus souvent, la nervure médiane contient un faisceau arqué surmonté d'un autre, inverse et plus petit, qui en ferme la concavité, le tout entouré d'une gaine de fibres plus ou moins complète.

Voici la description rapide de la feuille des espèces étudiées :

A. *Azalea*.

1. *A. amœna*. Épid. sup. plus onduleux que l'inférieur. Longs poils scarieux plurisériés sur la jeune feuille et sur la tige. Palissades peu développées, occupant à peine un quart de l'épaisseur totale. Nervure médiane à peine saillante en dessous, à faisceau unique dépourvu d'éléments mécaniques.
2. *A. liliiflora*. Épid. sup. recti-curviligne ; espèce très semblable à la précédente ; nervure médiane beaucoup plus saillante en dessous, à faisceau accompagné de fibres très peu développées.
3. *A. phœnicea*. Épidermes recti-curvilignes garnis de nombreux poils scarieux plurisériés ; 2-3 assises de palissades occupant la moitié de l'épaisseur du mésophylle. Nervure médiane comme dans l'espèce précédente.

B. *Rhododendron*. Sens. strict.

a. Poils en écusson réduits sur la feuille adulte à une mince membrane peltée ou à des filaments rayonnants.

4. *Rh. arboreum*. Épid. sup. rectiligne, marqué de grosses stries cuticulaires, l'inférieur rectiligne à stomates fortement saillants (fig. 18). Poils desséchés, à pied bisérié (ou unisérié ?), abondants à la face infér. ; plus rares en dessus. Hypoderme simple ou double ; 3 assises de palissades ; nervure médiane à 2 faisceaux superposés, le supérieur inverse (fig. 19).
5. *Rh. argenteum*. Épidermes rectilignes, le supér. glabre, l'infér. portant des poils en écusson, à écusson divisé en une multitude de filaments (cloisons verticales des cellules ?) ; 2 assises de palissades bien développées, à diamètre transversal au moins quatre fois plus petit que celui des cellules sous-jacentes. Nervure médiane comme dans l'espèce précédente.

6. *Rh. fulgens.* Épidermes rectilignes. Poils comme dans l'espèce précédente ; 3 assises de palissades. Nervure médiane : faisceau subannulaire entourant une moelle un peu lignifiée et flanqué de deux faisceaux latéraux-supérieurs contigus ou médians.

2. Poils glanduleux conservés sans altération.

a. Épiderme supérieur gummifère sur sa face interne.

7. *Rh. retusum.* Épidermes rectilignes, lisses. Poils en écussons circulaires brunis ; 2-3 assises de palissades ; faisceau de la nervure médiane unique, entouré d'une gaine fibreuse.

b. Épiderme non gummifère, hypoderme à la face supérieure.

α. Épiderme inférieur non papilleux.

8 et 9. *Rh. caucasicum* et *Rh. ponticum.* Poils en écusson (?) caducs. Épidermes rectilignes ou recti-curvilignes, striés au moins sur les nervures (*Rh. ponticum*) ; nervure médiane à deux faisceaux superposés, entourés d'une gaine fibreuse (1).

10. *Rh. catawbiense.* Épidermes rectilignes lisses ; poils en écusson très minces, légèrement lobés. Hypoderme local ; 3 assises de palissades occupant un quart de l'épaisseur totale ; pétiole à deux faisceaux superposés, entourés d'une gaine fibreuse.

β. Épiderme inférieur papilleux.

1. Stomates tous localisés sous le rebord des poils en écusson (fig. 11).

11. *Rh. Maddenii.* Épiderme sup. onduleux, lisse ; poils glanduleux, entouré d'un rebord hyalin de cellules rayonnantes (fig. 11 et 12), hypoderme d'une assise de cellules ; deux assises de palissades occupant moins de la moitié de l'épaisseur du mésophylle. Nervure médiane à faisceau arqué, accompagné de quelques fibres.

2. Stomates également répartis.

* Poils en écusson brunissant de bonne heure.

12. *Rh. Nuttalii.* Épidermes rectilignes, le supérieur lisse ; hypoderme d'une assise de cellules ; 2 assises de palissades occupant les deux tiers de l'épaisseur du mésophylle. Nervure médiane à faisceau subcirculaire aplati en haut, flanqué de deux fascicules latéraux-supérieurs, tous enfermés dans une même gaine fibreuse.

** Poils de deux espèces également abondantes, les uns en écusson, les autres allongés, plurisériés, enchevêtrés à la face inférieure en un feutre épais.

13. *Rh. Edgeworthii.* Épiderme supérieur rectiligne lisse ; hypoderme de 1-2 assises ; palissades en 3-2 assises occupant la moitié de l'épaisseur du mésophylle. Nervure médiane à deux faisceaux superposés, enfermés dans une gaine fibreuse.

*** Poils glanduleux persistants sans modification notable, non mêlés à une forte proportion de poils plurisériés.

† Hypoderme d'une seule assise de cellules ponctuées.

14. *Rh. Dalhousiæ.* Épiderme supérieur rectiligne, lisse ; 3 assises de palissades occupant la moitié de l'épaisseur totale ; nervure médiane à

(1) Ce rapprochement ne signifie pas une identification.

deux faisceaux superposés, enfermés dans une même gaine fibreuse.

†† Hypoderme de deux assises de cellules subcollenchymatoïdes.

15. *Rh. formosum* (fig. 17). Épiderme supérieur rectiligne, lisse; 2 assises de palissades occupant la moitié ou au delà de la moitié de l'épaisseur du mésophylle; nervure médiane à deux faisceaux enfermés dans une même gaine fibreuse.

c. Épiderme non gummifère; pas d'hypoderme.

α. Épiderme inférieur papilleux.

16. *Rh. ferrugineum.* Épiderme supérieur rectiligne, à parois verticales minces, à cuticule épaisse, lisse; 3-4-5-∞-assises de palissades, se continuant en se dégradant vers l'épiderme inférieur.

β. Épiderme inférieur non papilleux.

* Épiderme supérieur onduleux.

17. *Rh. hybridum.* 2 assises de palissades, occupant un peu plus du tiers de l'épaisseur du mésophylle; nervure médiane à faisceau arqué, accompagné en dessous de quelques fibres peu épaissies.

** Épiderme supérieur rectiligne.

18. *Rh. sinense.* Sur les deux faces, grands poils scarieux plurisériés, lamellaires, bruns, mêlés à de petits poils unicellulés; épiderme supérieur gummifère par endroits; 2 assises de palissades, occupant presque la moitié de l'épaisseur du mésophylle; nervure médiane à un faisceau arqué, dépourvu d'éléments mécaniques épaissis.

Je me bornerai à citer, parmi les autres genres, le *Kalmia latifolia*, dont l'épiderme supérieur très volumineux, à paroi externe fortement et très inégalement épaissie en dedans, est gummifère sur la face externe aussi bien que sur la face interne, de sorte que chaque cellule semble divisée tangentiellement en trois cellules, dont l'intermédiaire seule renferme du protoplasma. L'épiderme inférieur est papilleux.

8. — VACCINIACÉES.

Je n'ai pu étudier que d'une manière fort superficielle cette famille cependant assez importante et qui ne se distingue organographiquement des Éricacées que par l'ovaire infère. Les plantes étudiées, au nombre de six, appartiennent aux trois genres, *Macleania*, *Psammisia* et *Vaccinium*, de sorte que les deux tribus des Thibaudiées et des Euvacciniées sont représentées.

Au point de vue anatomique, cette famille est très étroi-

tement liée à celle des Éricacées. Les petits poils unicellulés coniques des Éricacées y sont mêlés à des poils plurisériés robustes, à cellules remarquablement courtes, souvent flétries et brunies au sommet (*Psammisia Planchoniana*, *Vaccinium Rollisonii*) qui tantôt me paraissent avoir été glanduleux au jeune âge (*V. Myrtillus*), et qui tantôt présentent une forme cylindrique courte, arrondie au sommet (*Macleania cordata*). Rappelons-nous que chez l'immense majorité des Éricacées les stomates sont entourés de plusieurs cellules épidermiques irrégulièrement disposées, que la présence de deux cellules parallèles à l'ostiole y est rare, pour ainsi dire accidentelle, motivée sans doute par la forme, le mode d'accroissement de la feuille et l'orientation constante des stomates. Ce qui était l'exception chez les Éricacées devient la règle chez les Vacciniacées; en effet, sur les six espèces, trois ont offert des stomates orientés, accompagnés de deux cellules parallèles à l'ostiole, une seule (*Psammisia*) des stomates non orientés, plus larges que longs, entourés de plusieurs cellules épidermiques. Comme dans les Éricacés, les cristaux sont simples, diversement modifiés, mêlés ou grossièrement agglomérés, et le parenchyme fondamental fréquemment hétérogène.

Si les Vacciniacées étaient une petite famille, composée, par exemple, d'un seul genre, on n'aurait probablement pas plus hésité à les réunir aux Éricacées, qu'on n'a hésité à opérer cette fusion pour les *Mæsa* et les Myrsinées, pour les *Samolus* et les Primulacées. Or il s'agit de savoir si le nombre des espèces est un caractère de famille. Assurément non. En maintenant la séparation on a simplement voulu éviter une confusion; mais je ne pense pas que cette confusion eût été plus grande si on avait fait des Vacciniées une tribu des Éricacées. A vrai dire, les Rhodoracées me semblent mériter l'indépendance au moins au même titre que les Vacciniacées.

Je ne saurais trop recommander l'étude genre par genre, espèce par espèce de ces familles. Le peu que je sais, me

permet d'affirmer qu'on découvrira partout les liaisons les plus nettes entre les différents genres et avec des familles quelquefois en apparence très éloignées. De son côté l'épharmonisme des Vacciniacées paraît être très varié et très intéressant, ainsi que je vais le montrer en peu de mots.

De nouveau la tendance à la formation d'un hypoderme apparaît nettement dans les genres *Macleania* et *Psammisia*.

Dans le *Macleania cordata* l'épiderme supérieur est composé de petites cellules quadrangulaires ou polygonales à parois rectilignes. L'hypoderme ne présente qu'une seule assise de grandes cellules qui correspondent bien, en plan, à une dizaine de cellules épidermiques et dont les parois verticales, fait rare, sont fortement sinuées à la manière des parois d'un grand nombre d'épidermes. Jusqu'à présent je n'ai rencontré cette particularité que dans les *Sarracenia* et je l'ai attribuée à la faible résistance qu'offrent les tissus sous-jacents; cette explication est encore valable ici. Deux assises de cellules peuvent porter le nom de palissades, mais ces palissades sont fort peu développées; celles de l'assise supérieure sont à peine deux fois plus longues que larges; celles de l'assise inférieure, presque isodiamétriques, ne peuvent compter parmi les tissus spécifiquement assimilateurs que par leur disposition en une couche régulière, tandis qu'au-dessous commence brusquement un tissu spongieux extrêmement méatique. De six à dix cellules en palissades étant implantées sur une même cellule hypodermique, il me paraît évident que ces cellules délicates ne peuvent opposer aucune résistance sérieuse aux mouvements d'inflexion de la paroi horizontale des cellules hypodermiques, mouvements qui, selon moi, sont la cause de l'ondulation des parois verticales.

Si l'on compare cet état de choses à celui que je vais décrire pour le *Psammisia Planchoniana*, on trouvera une nouvelle confirmation de cette opinion.

Dans cette espèce, les cellules épidermiques sont beaucoup plus grandes que dans la précédente; elles sont bombées au

lieu d'être planes. Une cellule hypodermique correspond en surface à peu près à deux cellules épidermiques.

Les deux assises de palissades, dont quatre à six tombent sur une même cellule hypodermique, sont un peu mieux différenciées que dans le *Macleania;* elles occupent plus du tiers de l'épaisseur du mésophylle au lieu d'en occuper le quart : le parenchyme spongieux, quoique encore très méatique, l'est beaucoup moins. Les causes qui ont produit l'hypoderme onduleux du *Macleania* subsistent encore, mais à un degré beaucoup moindre; or les parois verticales de cet hypoderme sont faiblement onduleuses.

L'hypoderme n'est pas le seul réservoir d'eau du *Macleania*. Les vaisseaux des dernières ramifications des veinules se dilatent en très beaux réservoirs vasiformes, à parois lignifiées, ponctuées; concomitance très rare.

Ces deux plantes sont franchement xérophiles, mais peu héliophiles, ce qui constitue pour elles des conditions de végétation assez exceptionnelles dans la nature, mais facilement réalisables dans nos serres (1).

J'ai étudié deux autres *Macleania* cultivés dans les serres du Muséum, sous les noms de *M. ovata* et *M. insignis*. L'un et l'autre m'ont paru identiques avec le *M. cordata* (2).

Les deux *Vaccinium* (*Myrtillus* et *Rollisonii*) que j'ai examinés, sont privés d'hypoderme; le premier a des épidermes onduleux, à cuticule mince, et une seule assise de palissades trois à quatre fois plus longues que larges, et occupant la moitié de l'épaisseur totale; le second a des épidermes rectilignes à cuticule épaisse et trois assises de palissades trois à quatre fois plus longues que larges occupant ensemble la

(1) Je me rappelle avoir remarqué depuis longtemps un pied véritablement superbe de *Macleania*, dans un angle obscur de la serre du Muséum dite « Nouvelle-Hollande », serre dont la sécheresse relative faisait le désespoir des jardiniers et où l'on cultivait surtout les *Acacia* de l'Australie; ces derniers étaient chétifs, peu colorés, étiolés, faute d'un éclairage suffisant.

(2) Le *M. cordata* étudié est le *M. cordata* van Houtte, qui est, en effet, synonyme du *M. ovata* Kltzsch. Quant au *M. insignis*, je ne l'ai trouvé mentionné nulle part.

moitié de l'épaisseur totale; le premier est xérophobe et médiocrement héliophile, le second héliophile et médiocrement xérophile.

9. — ÉPACRIDÉES.

Je ne sais presque rien au sujet de cette famille et je n'en aurais pas parlé si la seule espèce étudiée, l'*Epacris hyacinthiflora* n'avait dénoté encore une fois des caractères franchement éricacés : les petits poils unicellulés coniques à la face supérieure, les stomates développés sans doute d'après le mode triangulaire, mais souvent accompagnés de deux cellules épidermiques très allongées, parallèles à l'ostiole par suite de l'orientation énergique des stomates dans le sens des nervures.

Les épidermes sont remarquables par l'épaississement secondaire des parois externes et latérales, épaississements percés de nombreuses ponctuations ; les cellules sont allongées dans le sens des nervures à parois latérales sinuées surtout à la face inférieure; le mésophylle est subcentrique, quoiqu'il n'y ait de stomates qu'à la face inférieure : les palissades de la face inférieure ne sont d'ailleurs que des cellules rameuses perpendiculaires à l'épiderme par leur plus longue branche; celles de la face supérieure, disposées sur une seule assise, sont environ deux fois plus longues que larges et occupent un quart à un cinquième de l'épaisseur du mésophylle ; les faisceaux sont immergés dans le parenchyme spongieux dont les cellules se rangent perpendiculairement à la périphérie des faisceaux. La xérophilie est exprimée d'abord par le port de la plante, ensuite par la grandeur relative des cellules de l'épiderme supérieur presque aussi hautes que les palissades et par l'épaississement des parois externes des deux épidermes.

Le bois rappelle absolument celui des Éricacées : vaisseaux nombreux et fins, à diaphragmes obliques, scalariformes; le périderme, comme dans la plupart des Éricacées, naît au-dessous des fibres libériennes.

10. — DIAPENSIACÉES.

La seule espèce, le curieux petit *Pyxidanthera barbulata*, offre, comme les Éricacées, des poils unicellulés coniques, très épaissis. La plante est si petite, ses organes sont si peu caractérisés, que sans l'affinité reconnue des Diapensiacées et des Éricacées il eût été difficile d'établir un rapprochement anatomique. La confirmation seule des données de l'organographie n'est cependant pas à dédaigner. Les stomates sont entourés de plusieurs cellules épidermiques. Le mésophylle est bifacial; mais il y a quelques stomates à la face supérieure, l'unique assise de palissades occupe à peine plus du quart de l'épaisseur totale. Citons enfin une particularité taxinomique : les parois verticales des deux épidermes rectilignes sont pourvues d'épaississements locaux très développés, d'aspect collenchymateux, qui donnent à ces parois l'apparence de chapelets à grains plus larges que hauts, séparés par les parties minces des parois.

Classe V. — PRIMULALES.

11. — MYRSINÉES.

(Pl. 12, fig. 1-6.)

Poils tecteurs unisériés, simples, à parois un peu épaissies ou très épaissies, peu répandus; poils capités à pied unisérié ou sessiles, à tête paucipluricellulée divisée verticalement, souvent en écusson. Stomates entourés de 3 ou de plusieurs cellules épidermiques. Cristaux clinoprismatiques ou octaédriques simples, diversement modifiés, mâclés ou grossièrement agglomérés. Sécrétion gommo-résineuse colorée en rouge ou colorable à l'air, liquide, pâteuse ou solide, produite par des glandes schizogènes ou dans des méats épars ou dans certaines cellules.

Les poils tecteurs sont assez rares; je ne les ai vus que chez le *Jacquinia* (*Deherainia*) *smaragdina*, sur la nervure médiane du *Jacquinia macrocarpa* et sur le pétiole d'une plante incomplètement déterminée, appartenant au genre *Clavija* ou peut-être au genre *Jacquinia*. Chez le *J. smaragdina*, les cellules très nombreuses sont épaissies jusqu'à presque disparition

du lumen à la base du poil, l'épaississement diminue insensiblement à mesure qu'on approche du sommet; les cellules inférieures présentent, en outre, quelques traces de la matière rouge si commune dans toute la famille. Chez le *J. macrocarpa* (fig. 6) le poil est beaucoup plus court et les cellules terminales sont plus épaissies que la cellule basilaire; dans la troisième espèce enfin, le poil multicellulé, bruni est uniformément épaissi sur toute sa longueur. Par leur rareté ces poils ne peuvent pas rendre de bien grands services au point de vue pratique, mais ils sont cependant fort importants parce qu'ils établissent une distinction très nette entre les Myrsinées d'une part et les Sapotées et les Ébénacées d'autre part.

Les poils capités sont fort caractéristiques. Le pied est typiquement unisérié, mais il est assez rare qu'il ne soit pas simplifié par sa réduction extrême; j'en ai pourtant vu quelques exemples, et il est probable qu'on pourrait en citer un plus grand nombre si on pouvait étudier partout les très jeunes organes. Sur les jeunes feuilles du *Myrsine potana*, le pied est 2-3-cellulé et la paroi est souvent épaissie dans certains endroits; la tête est arrondie ou aplatie, divisée verticalement par 4-12 cloisons extrêmement délicates; ces poils se conservent d'ailleurs sur la nervure médiane de la feuille adulte. Une forme analogue, à pied également 2-3-cellulé, à paroi pourvue d'épaississements locaux assez curieux, se rencontre dans le tube de la corolle et sur les filets des étamines du *Jacquinia macrocarpa*.

Mais le plus souvent, ces poils non seulement restent sessiles, mais ils sont ordinairement enfoncés profondément dans des dépressions coniques dont ils n'atteignent même pas le bord. L'*Ardisia solanacea* nous offre sur la face inférieure de la feuille, le passage de la première forme à la seconde : le pied, composé de deux cellules, est caché dans l'épiderme et la tête aplatie repose sur la surface de la feuille. Ailleurs (*Myrsine capitellata*, fig. 3, *Clavija lancifolia*, etc.), la tête en écusson emplit la partie supérieure de la dépression épider-

mique ; enfin, chez le *Jacquinia ruscifolia*, le *Theophrasta fusca*, etc., tout le poil est profondément enfoncé dans cette dépression.

Dans tous les cas la tête n'est divisée que dans le sens vertical, sa forme varie suivant la position du poil ; elle est globuleuse ou aplatie-écussonnée lorsqu'elle est libre, et alors elle présente de la ressemblance avec la forme que nous apprendrons à connaître chez les Bignoniacées, globuleuse, obconique ou allongée verticalement lorsqu'elle reste engagée dans la fossette épidermique.

Le stomate est entouré de trois ou de plusieurs cellules épidermiques (fig. 1) ; souvent (*Ardisia crenata*, *Oncostemon filamentosum*, etc.) le type crucifère est même parfaitement apparent sur la feuille adulte (fig. 3).

Les cristaux sont prismatiques (droits ou obliques?), octaédriques, simples, diversement modifiés ou combinés, ou mâclés, ou grossièrement agglomérés, souvent nuls. Je n'ai rencontré nulle part les lames ou les acicules si fréquents chez les Gamopétales.

Les glandes si particulières des Myrsinées ont été décrites par M. de Bary (1), mais dans cette description qui comprend également les glandes analogues des Lysimachiées, il n'est question que des *Ardisia* et des *Myrsine*. M. de Bary considère ces glandes comme des méats intercellulaires remplis par le produit de la sécrétion, entourés de cellules tantôt semblables aux cellules parenchymateuses ordinaires, tantôt différenciées en cellules sécrétrices.

Il en serait autrement dans la racine des *Lysimachia* et des *Myrsine* ; là le produit de la sécrétion serait immédiatement déposé dans une cellule semblable, quant à la forme, aux cellules environnantes.

Le produit de la sécrétion est une résine rouge plus ou moins foncé, solide, de structure cristalline rayonnée chez le *Myrsine potana* (fig. 3), l'*Ardisia crenata*, ou liquide-pâteuse dans les autres espèces.

(1) *Vergl. Anat.*, p. 219.

Voici la liste des Myrsinées chez lesquelles j'ai trouvé cette oléo-résine rouge (dans la feuille) : *Ardisia crenata* (solide), *A. solanacea* (liquide), *Myrsine potana* (solide), *M. capitellata* (liquide), *Mæsa nemoralis* (fig. 4) (liquide), *Oncostemon filamentosum* (liquide), *Jacquinia ruscifolia* et *J. smaragdina* (liquide). Je ne l'ai pas trouvée dans tous les *Jacquinia;* les *Clavija* et *Theophrasta* paraissent également en être dépourvus.

Cette sécrétion est certainement très diffuse, c'est-à-dire nullement attachée à un organe spécial dans un grand nombre de cas.

Chez le *Jacquinia ruscifolia* j'ai trouvé de très petits amas de cette résine dans les méats ordinaires du parenchyme spongieux de la feuille (fig. 5, près de l'épiderme inférieur). Le parenchyme du pétiole du *J. smaragdina* le montre dans quelques cellules ordinaires et dans les méats environnants. Ailleurs, dans les poils du *J. smaragdina* et dans les couches cuticulaires de l'épiderme de la tige, on le rencontre fréquemment imbibant la cellulose même, peut-être à la suite d'une sécrétion ordinaire. Enfin, je ne doute pas que la matière rouge finement granuleuse ou émulsionnée qu'on voit dans les cellules de la corolle du *J. macrocarpa*, au milieu d'un liquide jaune, ne soit de même nature. L'épiderme inférieur de l'*Oncostemon filamentosum* le renferme dans quelques-unes de ses cellules. L'*Ardisia crenata* lui-même montre dans le pétiole, et à côté de glandes probablement schizogènes, des groupes de cellules ordinaires entièrement remplies de matière rouge. La nature schizogène des glandes à sécrétion solide de certains *Ardisia* et du *Myrsine potana* ne me paraît du reste pas suffisamment établie et nécessitera de nouvelles recherches. En revanche, chez le *Myrsine capitellata*, l'*Ardisia solanacea* et l'*Oncostemon*, le produit sécrété est entouré d'une assise de cellules sécrétrices tabulaires fort bien différenciées et de tout point semblables à celles des *Hypericum;* j'en ai même vu deux assises dans le pétiole de l'*Ardisia solanacea.*

Le premier dépôt dans un méat est loin d'être aussi net chez

le *Myrsine potana* que chez les Primulacées. Ce méat, dans une jeune feuille de cette plante, présenterait exactement la même forme et occuperait la même place qu'une cellule et je reconnais que je n'aurais pas hésité à me prononcer contre l'origine schizogène de ces glandes à sécrétion solide, si je n'étais rendu prudent par les erreurs commises au sujet des glandes des *Hypericum* dont l'origine est cependant beaucoup plus facile à découvrir, et par l'analogie de celles du *Lysimachia Nummularia* et du *Bernardina clethroides* Baud. qui sont certainement schizogènes.

La répartition des glandes dans la famille des Myrsinées paraît concorder avec la division en deux tribus : la première, les Eumyrsinées (inclus, les *Mæsa*) en est pourvue ; la seconde, celle des Théophrastées, n'en montre tout au plus que des traces chez quelques *Jacquinia*.

Les dimensions si variables des feuilles des Myrsinées, nécessitent une grande variété dans le système fibro-vasculaire du pétiole des différentes espèces. Le *Myrsine potana*, les *Jacquinia smaragdina* et *armillaris*, n'y présentent qu'un faisceau arqué ; des fascicules latéraux, au nombre de un ou deux, s'y ajoutent chez le *Myrsine capitellata* et l'*Ardisia crenata ;* le faisceau est disloqué en 3 chez le *Jacquinia macrocarpa ;* en 3-5, avec fascicules latéraux chez le *J. ruscifolia*, en un plus grand nombre chez l'*Ardisia solanacea*. Le *Mæsa nemoralis* présente trois massifs libéro-ligneux dont chacun prend une structure axile. Enfin chez les *Clavija*, si distincts par leurs allures végétatives et épharmoniques, les nombreux faisceaux se disposent à peu près en un cercle qui enferme des fascicules isolés et en dehors duquel courent d'autres faisceaux, formant ainsi des images variées qu'il serait difficile de décrire sans de nombreuses figures.

L'appareil mécanique varie beaucoup ; mais, comme il dépend en grande partie de l'épharmonisme, j'en donnerai quelques exemples plus loin.

VARIATIONS ÉPHARMONIQUES.

Au lieu de suivre la marche ordinaire, je vais donner ici la description des principales espèces étudiées.

1. *Clavija* Ruiz et Pav. — Feuilles de grandes dimensions, rétrécies à la base, où elles se réduisent à la nervure médiane, souvent dépourvue de limbe (*lancifolia*, *ornata*, *integrifolia*, *regalis*, *nobilis*) ou bordée jusqu'au pétiole par un limbe de plus en plus étroit (*Riedelania*, *latifolia*, etc.). La feuille est plus ou moins nettement dentée et souvent, lorsque le système hypodermique dont il sera question plus loin, est très développé, les dents deviennent de véritables piquants.

a. *Cl. umbrosa* Rgl. — Épidermes rectilignes, l'inférieur orné de stries onduleuses contournant les stomates. Hypoderme de 1-2 assises de cellules un peu plus grandes que celles de l'épiderme, à parois minces; mésophylle bifacial, 3 ou 4 assises de palissades, dont l'inférieure passe à un parenchyme spongieux très méatique, n'occupant pas la moitié de l'épaisseur totale: faisceaux des veinules entourés d'une gaine fibreuse et plus ou moins complètement rattachés à l'hypoderme et à l'épiderme inférieur par du tissu fibreux; faisceaux de fibres au-dessous de l'épiderme, plus rares dans le mésophylle. Nervure médiane : anneau de faisceaux et quelques faisceaux au dehors, le tout empâté dans une gaine fibreuse.

b. *Cl. nobilis*. — Épidermes rectilignes, le supérieur faiblement strié, sans stomates, l'inférieur lisse; poils en écusson. Hypoderme d'une assise de cellules un peu plus grandes que les cellules épidermiques; mésophylle bifacial d'environ 10 assises, à peine différenciées en palissades à la face supérieure; nombreux faisceaux fibreux sous les deux épidermes, suivant une marche onduleuse et décrivant de nombreuses mailles rhombiques. Nervure médiane : cercle de faisceaux additionnés en dessus de quelques faisceaux isolés, le tout entouré d'une gaine fibreuse et renfermant deux ou plusieurs faisceaux à bois inférieur pourvus de fibres en dessus.

c. *Cl. regalis.* — Épiderme comme dans l'espèce précédente. Hypoderme nul; mésophylle bifacial peu différencié; fibres sous-épidermiques rares, le plus souvent isolées. Faisceau de la nervure médiane en cercle, entourés d'une gaine fibreuse et enfermant quelques fascicules isolés. Poils nombreux à la face inférieure, à écusson divisé en un grand nombre de cellules rayonnantes.

d. *Cl. integrifolia.* — Épiderme supérieur rectiligne à cuticule à peine striée, l'inférieur recticurviligne; poils relativement abondants. Mésophylle d'environ 10 assises, peu différencié; faisceaux des veinules ordinairement immergés. Hypoderme nul ou localisé sur la nervure médiane. Nervure médiane : faisceaux en cercle enfermant environ 7 fascicules isolés.

e. *Cl. ornata.* — Caractères à peu près semblables; hypoderme d'une assise de cellules, souvent interrompu, fibres sous-épidermiques sous l'hypoderme, tantôt sous l'épiderme.

f. *Cl. lancifolia.* — Épiderme supérieur rectiligne à cuticule ornée de stries parallèles; l'inférieur de même forme, lisse. Poils en écusson clairsemés. Mésophylle bifacial d'environ 6 assises, dont la supérieure vaguement différenciée en palissades. Faisceaux fibreux sous-épidermiques anastomosés en un réseau à longues mailles. Faisceaux des veinules un peu forts, rattachés par la gaine fibreuse aux fibres sous-épidermiques; nervure médiane : faisceaux en cercle entourés d'une forte gaine fibreuse qui empâte quelques faisceaux isolés.

g. *Cl. Riedeliana.* — Mêmes caractères, mais hypoderme d'une assise, interrompu par les faisceaux fibreux exactement sous-épidermiques; mésophylle d'environ 8 assises, dont les deux supérieures vaguement différenciées en palissades.

h. *Cl. Rodeckiana.* — Épidermes rectilignes. Fibres sous-

épidermiques formant une couche continue sous l'épiderme inférieur, parfois interrompu sous l'épiderme supérieur par un hypoderme ordinaire; mésophylle d'environ 7 assises dont les 2 ou 3 supérieures, plus denses, représentent le parenchyme en palissades. Nervure médiane : cercle complet de faisceaux enfermant environ 8 faisceaux isolés.

i. *Cl. latifolia.* — Épidermes rectilignes, le supérieur fortement strié. Hypoderme développé seulement dans le voisinage de la nervure médiane. Faisceaux fibreux sous-épidermiques nombreux; 3 assises de palissades presque aussi larges que hautes, occupant environ un tiers de l'épaisseur totale. Nervure médiane : cercle du faisceau enfermant environ 6 faisceaux isolés (1).

2. *Theophrasta.* — La seule espèce étudiée, le *Th. fusca*, se rapproche beaucoup des *Clavija*. Mêmes poils profondément enfoncés dans des dépressions. Hypoderme local le long des nervures; faisceaux fibreux sous-épidermiques puissants sous les deux épidermes ou sous l'hypoderme. Mésophylle bifacial à 3 assises de palissades 2-4 fois plus longues que larges, occupant jusqu'à la moitié de l'épaisseur totale. Cristaux prismatiques dans le mésophylle; nervure médiane typiquement semblable à celle des *Clavija*.

3. *Jacquinia.* — Les espèces étudiées sont au nombre de 5, mais l'une d'elles manquant de nom et n'ayant pas fleuri, ne peut être décrite ici.

A. *Épiderme cristalligène.*

a. *J. ruscifolia* (fig. 5). — Épidermes rectilignes lisses, à cellules contenant toutes un petit cristal prismatique, le supérieur sans stomates. Poils en écusson multicellulés, cachés dans des

(1) Les faisceaux régulièrement arrangés dans la nervure médiane de toutes les espèces et pourvus d'un appareil mécanique considérable, sont si irrégulièrement épars dans le vrai pétiole qu'ils échappent à toute description.

dépressions de l'épiderme. Hypoderme d'une assise de cellules beaucoup plus grandes que les cellules épidermiques. Couche fibreuse subcontinue, forte de 2-plusieurs assises de fibres sous l'hypoderme; faisceaux fibreux isolés à 1 ou 2 assises de profondeur sous l'épiderme inférieur. Mésophylle bifacial; 1-2 assises de palissades 2-3 fois plus longues que larges, occupant environ un quart de l'épaisseur totale; faisceaux des veinules entourés d'une gaine fibreuse, immergés. Faisceau unique de la nervure médiane empâté dans un énorme massif fibreux partant presque du système fibreux de la face supérieure et allant en s'élargissant jusqu'à une assise de l'épiderme inférieur. Pétiole : hypoderme collenchymatoïde de quelques assises; ensuite puissante gaine fibreuse embrassant le parenchyme assimilateur; au centre, massif fibreux rattaché en dessus à la gaine fibreuse et empâtant 3-5 faisceaux.

Cette plante est une des mieux dotées sous le rapport mécanique que j'aie jamais vues.

b. *J.* (*Deherainia*) *smaragdina*. — Épidermes curvilignes-onduleux, lisses, l'inférieur contenant un cristal en lame parallélogramme ou prismatique dans chaque cellule. Poils glanduleux enfoncés dans des dépressions épidermiques. Poils tecteurs unisériés, allongés. Hypoderme nul, mésophylle bifacial; une assise de palissades 2-3 fois plus longues que larges, occupant environ un cinquième de l'épaisseur totale; faisceaux des veinules immergés, accompagnés de quelques fibres en dessus et en dessous; nervure médiane : faisceau arqué entouré d'une gaine fibreuse, surmonté de parenchyme vert. Pétiole : faisceau arqué accompagné de fibres sur les deux faces; massifs fibreux isolés dans le parenchyme.

B. *Pas de cristaux dans l'épiderme.*

c. *J. macrocarpa* (1). — Épidermes rectilignes, le supé-

(1) Cette plante, que j'ai vue en fleurs, concorde fort bien avec la figure de Cavanilles (*Icon.*, t. V, p. 483). Elle portait dans les serres du Muséum le nom évidemment erroné, par suite d'une transposition d'étiquette, de *J. ruscifolia*.

rieur lisse, l'inférieur orné de stries qui suivent de préférence les limites des cellules. Poils semblables à ceux des *Clavija;* de plus, sur la nervure médiane, courts poils unisériés; couche continue de 1-2 assises de fibres sous l'épiderme supérieur, massifs fibreux isolés sous l'épiderme inférieur. Mésophylle bifacial de 7-8 assises, les supérieures plus denses que les autres; faisceaux des veinules immergés, entourés d'une gaine fibreuse. Nervure médiane : faisceau arqué accompagné de fibres en dessous et en dessus, surmonté de parenchyme vert. Pétiole : 3 faisceaux accompagnés de fibres en dessous; massifs fibreux isolés, disposés en cercle dans le parenchyme.

d. *J. armillaris.* — Épidermes rectilignes. Poils comme ceux du *Clavija.* Hypoderme de 1-2 assises; massifs fibreux isolés sous l'hypoderme et dans le mésophylle. Mésophylle bifacial, les 3-4 assises supérieures très serrées et un peu différenciées en palissades. Faisceaux des veinules immergés, entourés d'une faible gaine fibreuse; nervure médiane : faisceau arqué entouré d'une gaine fibreuse surmontée de parenchyme vert. Pétiole : faisceau arqué, accompagné de fibres en dessous; faisceaux fibreux épars dans le parenchyme.

Les Eumyrsinées que j'ai étudiées, au nombre de six seulement, sont des plantes adaptées à des conditions climatériques peu caractérisées. Je n'y ai pas trouvé d'hypoderme, mais en revanche les épidermes prennent parfois des dimensions assez fortes (*Oncostemon*, *Myrsine capitellata*). La cuticule lisse ou striée fournira de bons caractères spécifiques. Le système mécanique peut faire défaut; ailleurs il est uniquement lié aux faisceaux; je n'ai jamais vu de ces fibres aberrantes qui sont si répandues chez les Théophrastées. Le mésophylle est toujours bifacial et l'épiderme supérieur dépourvu de stomates.

Classe VI. — EBENALES.

12. — SAPOTACÉES.

(Pl. 12, fig. 7-12.)

Poils unicellulés, malpighiacés, souvent de couleur ferrugineuse, rarement simples par avortement. Stomates entourés de trois ou de plusieurs cellules épidermiques. Cristaux simples, clinorhombiques, souvent diversement modifiés ou mâclés, quelquefois à faces concaves, très rarement grossièrement agglomérés, volumineux. Laticifères articulés à cloisons non perforées, dans le parenchyme fondamental ou accompagnant les faisceaux dans le limbe de la feuille.

La forme des poils est extrêmement caractéristique. Ils sont unicellulés et formés par un pédicule ordinairement assez fin, sur lequel repose horizontalement un fuseau plus ou moins allongé suivant les espèces (fig. 7). Ordinairement les parois, surtout dans la partie horizontale, sont minces et brunissent de bonne heure en se remplissant d'air, ce qui donne aux feuilles une couleur ferrugineuse ou dorée (*Chrysophyllum*), argentée lorsqu'ils sont incolores. Le pédicule est souvent épaissi, quelquefois même jusqu'à oblitération du lumen (*Achras vitellina* Tuss). Dans d'autres espèces, l'épaississement, d'ailleurs peu considérable, s'étend sur toute la longueur du poil (*Bumelia tenax*).

La seule anomalie que j'aie rencontrée, se rapporte au *Lucuma mammosa* (fig. 8). Le pétiole est garni de poils à pédicule fin courbé en S et se terminant par une partie élargie, fusiforme, à parois minces, brunies, appliquée sur l'organe. Ces poils font de suite l'impression de demi-poils malpighiacés. Il ne paraît y avoir d'autres trichomes dans cette famille; les poils malpighiacés recouvrent jusqu'à la corolle, ainsi que j'ai pu m'en convaincre en examinant les fleurs du *Bassia longifolia* qu'on a essayé d'introduire dans le commerce européen il y a quelques années; malheureusement les espèces glabres ne faisant pas défaut, on se voit souvent privé de

celui des éléments qui aurait le mieux facilité la détermination (1).

Les stomates sont presque toujours entourés de trois cellules (fig. 9); la cellule mère spéciale semble naître, à en juger d'après l'état adulte, après deux ou trois divisions inclinées d'environ 60 degrés les unes sur les autres. On conçoit que cet arrangement des cellules accessoires puisse conduire par accident à l'apparence de deux cellules latérales parallèles à l'ostiole, apparence que j'ai quelquefois observée chez les *Chrysophyllum speciosum* et *Cainito*, mais qui n'est jamais assez répandue sur la même feuille pour pouvoir induire en erreur. Quelquefois, mais rarement, des divisions secondaires s'opèrent dans les cellules qui avoisinent les stomates. Ces derniers, considérés isolément, sont ordinairement de forme ovale, rarement presque circulaire (*Sideroxylon* sp.). Leur volume se rapproche de celui des cellules environnantes, sauf dans quelques espèces où il est notablement supérieur (*Sideroxylon spinosum* et surtout *Bumelia tenax*).

Les cristaux sont volumineux, abondants et ne manquent dans aucune des espèces étudiées. On y trouve toute une collection de formes dérivées du prisme oblique, depuis le parallélipipède (presque rhomboèdre) jusqu'à des mâcles extrêmement compliquées (fig. 12). Souvent les faces des cristaux les plus simples sont légèrement concaves, caractère qu'on observe plus fréquemment encore chez les Ébénacées. Le dépôt d'oxalate se fait à peu près dans tous les tissus parenchymateux, notamment dans le parenchyme du pétiole; mais ce qui est plus intéressant, c'est que les cristaux se forment souvent dans des endroits prédestinés et constituent alors des caractères spécifiques d'une grande valeur. En première ligne vient l'épiderme. L'épiderme supérieur du *Chrysophyllum macrophyllum* a des parois verticales onduleuses de même que l'hypoderme qui se trouve au-dessous et qui dérive peut-être de l'épiderme.

Tout cet ensemble de cellules incolores renferme par-ci

(1) Partout où j'ai pu les voir, les jeunes organes étaient velus.

par-là de beaux cristaux. Les cellules épidermiques proprement dites, chargées d'oxalate, restent plus petites que les autres et se signalent immédiatement par leur contour arrondi qui tranche sur le contour sinueux des cellules environnantes. L'épiderme inférieur de l'*Achras Sapota* (fig. 9) est parsemé de groupes de deux ou trois petites cellules, dérivant peut-être d'une seule et dont chacune renferme, outre un beau cristal, une matière finement granuleuse (1).

D'autres fois les cristaux se rencontrent dans une région quelconque du mésophylle, ou plus spécialement au milieu du parenchyme en palissades où leur présence provoque des altérations particulières de la forme de la cellule. Dans la feuille du *Chrysophyllum speciosum* les cellules cristalligènes renfermant un beau cristal clinorhombique à faces concaves sont mêlées aux palissades de l'assise supérieure; ces cellules incolores sont plus larges et plus courtes que celles qui les entourent. Il en est à peu près de même chez le *Bumelia tenax* (fig. 10), mais là les palissades étant 4-6 fois plus longues que larges, et les cellules cristalligènes tendant toujours, soit par accroissement, soit par division, à prendre un contour isodiamétrique, la différence de forme est bien plus sensible; en effet, les cellules cristalligènes sont deux fois plus larges et souvent, ne pouvant s'étendre latéralement, elles deviennent piriformes, se renflent en bas en refoulant les cellules lâchement unies de la seconde assise de palissades et en faisant une forte saillie vers l'intérieur du mésophylle. Chez le *Chrysophyllum Cainito* ce ne sont pas des cellules isolées, mais des groupes de cellules cristalligènes qui sont ainsi interposées entre les cellules en palissades. On voit que ces caractères se présentent dans plusieurs genres et dans des espèces déterminées de

(1) Une disposition semblable existe chez le *Cerbera Manghas*. La forme des cristaux, celle de l'appareil stomatique sont également à peu près les mêmes, de sorte qu'on pourrait confondre ces deux plantes si l'on se bornait à examiner l'épiderme. Il suffit naturellement de voir la coupe d'un seul faisceau, si petit qu'il soit, pour reconnaître qu'il est bicollatéral chez le *Cerbera* et collatéral chez l'*Achras*. L'étude des laticifères permettrait également la distinction.

ces genres ; ce sont des caractères d'espèces, mais des caractères spécifiques constants.

M. de Bary décrit, d'après les recherches de M. Wilhelm, les laticifères des Sapotées. Je ne puis que confirmer cette description. Ces laticifères consistent en cellules closes souvent peu différentes, si ce n'est par leur contenu, des cellules environnantes, d'autres fois plus allongées, superposées en files qui courent dans le parenchyme fondamental, tout en s'écartant peu des faisceaux dans le limbe de la feuille. Dans la majorité des cas on s'assure aisément de l'intégrité des cloisons transversales qui séparent les cellules superposées ; souvent même ces cloisons sont assez épaisses, par exemple dans le *Bumelia tenax*, d'autres fois elles ne sont pas visibles sur la coupe longitudinale ; elles semblent percées en laissant sur les parois du tube un anneau fortement saillant terminé en lame de couteau vers l'intérieur du tube (fig. 11) ; mais il est fort possible que la rupture ne s'opère qu'au moment où l'on fait la coupe, par suite de la pression considérable que le parenchyme environnant exerce sur le laticifère, pression dont il est facile de reconnaître l'existence à l'étranglement que les cellules laticifères subissent en leur milieu tout en conservant leur diamètre normal au niveau des cloisons transversales.

Les faisceaux du pétiole se rangeant en un arc compact, ouvert en haut (*Chrysophyllum speciosum*, *Achras vitellina*, *Lucuma mammosa*, *Sideroxylon* sp.), souvent les cornes tendent à émettre deux petits faisceaux latéraux (*Sideroxylon tenax*), qui peuvent se détacher et occuper des places assez éloignées du faisceau principal. Lorsque les feuilles sont de grandes dimensions, cet arc se referme sur lui-même pour former un anneau fibro-vasculaire généralement aplati à la face supérieure (*Mimusops*, *Achras Sapota*, *Bassia Blancoi*, *Chrysophyllum imperiale*). Enfin, dans le *Chrysophyllum microphyllum*, les choses se compliquent davantage : l'arc fibro-vasculaire principal est surmonté d'un second arc inverse, plus petit, et entre les deux se trouvent quelques (3) faisceaux isolés à bois supérieur. Suivant les espèces, ces faisceaux sont

pourvus ou dépourvus de fibres mécaniques répandues à la limite externe du liber; faisceaux sans fibres: *Chrysophyllum speciosum* et *imperiale*, *Sideroxylon spinosum*, *Achras vitellina*, *Lucuma mammosa;* avec fibres : *Chrysophyllum macrophyllum*, *Sideroxylon tenax*, *Achras Sapota*, *Mimusops Elengi*, *Bassia Blancoi*.

D'une manière générale, le pétiole présente, dans cette famille, une structure en quelque sorte plus rhizomatique que partout ailleurs. Aussi voyons-nous ce système fibro-vasculaire se compliquer singulièrement dans la nervure médiane, à part quelques espèces à petites feuilles (*Sideroxylon spinosum* et *tenax*); les espèces à simple faisceau arqué dans le pétiole montrent un anneau complet, aplati en dessous, dans la nervure médiane (*Chrysophyllum speciosum*, *Achras vitellina*, *Lucuma*, etc.). Il en est de même, à plus forte raison, chez celles dont le pétiole contient un anneau fibro-vasculaire, te partout, même dans les cas les plus défavorables, le système mécanique de fibres libériennes est plus ou moins développé (le moins chez le *Sideroxylon spinosum*). Chez le *Chrysophyllum macrophyllum* les faisceaux, déjà assez nombreux dans le pétiole, se multiplient encore, de sorte qu'on voit en dedans de l'espace compris entre les deux arcs superposés, une multitude de fascicules rangés suivant deux arcs qui se touchent par leurs extrémités et dont le supérieur est infléchi de manière à devenir concave en haut. Les faisceaux de l'arc inférieur sont à bois supérieur, tandis que ceux de l'arc supérieur sont inverses et ne présentent qu'un bois rudimentaire.

Les mêmes faits se reproduisent, en se simplifiant, dans les nervures successives. L'importance de ces variations est trop faible au point de vue de la caractéristique d'une famille, pour que j'y insiste davantage.

SUBDIVISION DE LA FAMILLE.

Sauf les poils particuliers du *Lucuma* que je n'ai d'ailleurs eu l'occasion de voir que dans une seule espèce, je ne vois

aucun caractère anatomique rationnel qui puisse servir à définir un genre. Toutes les espèces seront facilement déterminables par leur structure anatomique. La monographie anatomique des Sapotées sera une des plus faciles qu'on puisse entreprendre; elle sera d'autant plus intéressante que la structure des testa et des cotylédons promet des révélations et permettra peut-être d'enrichir la description des genres, si imparfaite jusqu'à ce jour.

VARIATIONS ÉPHARMONIQUES.

Voici, à titre d'exemple, la description de quelques espèces du genre *Chrysophyllum* (1).

1. *Ch. Cainito* L. — Épiderme supérieur onduleux, sans stomates, l'inférieur rectiligne, tous deux à parois assez minces, à cuticule lisse. Poils malpighiacés nombreux sur les jeunes organes, caducs à la face supérieure, marcescents brunis à la face inférieure; mésophylle bifacial de 6-7 assises, la supérieure composée de palissades environ 6 fois plus longues que larges, mêlées à des groupes de cellules cristalligènes occupant près de la moitié de l'épaisseur totale. Nervure médiane : faisceau annulaire aplati concave en haut, entouré d'une gaine fibreuse. Pétiole : faisceau arqué.

2. *Ch. speciosum* (Auct.?). — Épiderme supérieur onduleux, à cuticule lisse, sans stomates, l'inférieur onduleux, strié dans le voisinage des stomates. Poils malpighiacés bruns ou incolores à la face inférieure; mésophylle bifacial d'environ 6 assises dont la supérieure en palissades environ 5-6 fois

(1) Je tiens à déclarer que je n'entends nullement décrire définitivement ces espèces; mon seul but est, au contraire, de montrer avec quelle facilité elles se distinguent les unes des autres et quelles sont les allures épharmoniques des genres et de la famille. Je suis trop peu sûr de la bonne détermination de ces plantes pour que je puisse assumer une responsabilité quelconque. Il y a une telle confusion dans les genres qu'il serait impossible de faire un bon travail d'anatomie sans le faire précéder d'une étude organographique complète

plus longues que larges, occupant plus du tiers de l'épaisseur totale; parenchyme spongieux très méatique. Faisceaux des veinules accompagnés de quelques fibres en dessous, situés sous la deuxième assise. Dans la nervure médiane, faisceau annulaire entouré de fibres. Cellules cristalligènes parmi les palissades, très rapprochées de l'épiderme et s'insinuant même entre les cellules épidermiques (dépendant peut-être de l'épiderme?).

3. *Ch. speciosum* (Auct.?). — Épidermes onduleux, lisses, à parois minces, le supérieur sans stomates, glabre. Poils malpighiacés brunis à la face inférieure; mésophylle bifacial d'environ 8 assises de cellules, les deux supérieures en palissades, 1-2 fois plus longues que larges; faisceaux des veinules accompagnés de fibres en dessus et en dessous, situés sous la seconde assise des palissades. Nervure médiane: faisceau annulaire aplati en haut, entouré de fibres. Pétiole: faisceau arqué sans fibres. Cellules cristalligènes incolores avec cristal clinorhombique à faces concaves dans le mésophylle, notamment parmi les palissades supérieures.

4. *Ch. glabrum* Jacq. — Très semblable au précédent, à poils plus caducs et à épidermes rectilignes.

5. *Ch. macrophyllum* (ou *Lucuma Rivicoa* Gærtn.?). — Épiderme supérieur ondulé multiple (?) de 3 assises (ou hypoderme de 2 assises?), toutes renfermant quelques cellules cristalligènes, à cuticule lisse, glabre, sans stomates; l'inférieur rectiligne lisse. Poils malpighiacés à fuseau large et court, bruni; mésophylle bifacial d'environ 12 assises de cellules, les trois supérieures très serrées, à petit diamètre transversal, dont la supérieure en palissades 2-3 fois plus longues que larges, occupant ensemble environ un tiers de l'épaisseur totale; cellules du parenchyme spongieux à diamètre beaucoup plus grand. Nervure médiane : faisceau arqué avec fibres mécaniques, surmonté d'un faisceau inverse, ar-

qué, à triple courbure, avec fibres entre les nombreux fascicules disposés sur deux arcs.

6. *Ch. imperiale* (*Theophrasta imperialis* Hort.). — Épidermes onduleux, lisses, le supérieur sans stomates. Poils nuls (?), mésophylle bifacial d'environ 12 assises, dont les 5-7 supérieures très serrées, presque isodiamétriques, un peu allongées verticalement dans les assises supérieures, horizontalement dans les assises inférieures, représentent le parenchyme en palissades; quelques cellules cristalligènes avec cristaux clinorhombiques à faces concaves. Nervure secondaire : faisceau fortement arqué, dont les cornes tendent à se détacher et à former deux faisceaux inverses accolés, le tout entouré d'une gaine fibreuse et surmonté de parenchyme vert ; nervure médiane très épaisse dans le sens vertical ; faisceau annulaire plan en dessus, entouré d'une faible gaine fibreuse et renfermant souvent quelques groupes de fascicules. Pétiole : faisceau annulaire, infléchi, concave en dessus, sans fibres.

Quant aux autres genres, je trouve partout un mésophylle bifacial, jamais de stomates à la face supérieure. Les cellules en palissades, sur une ou deux assises, indiquent en général une héliophilie assez faible. Quant à la xérophilie, elle n'est bien exprimée que dans le *Mimusops Elengi* par sa cuticule épaisse et ses cellules stomatiques situées au-dessous d'une vaste antichambre qui occupe toute l'épaisseur de la cuticule; un véritable hypoderme de 1 à 2 assises de cellules a été observé dans une des plantes cultivée au Muséum sous le nom de *Diospyros Ebenum*, et qui est une Sapotée.

Le système mécanique le mieux développé se rencontre dans les feuilles de l'*Achras Sapota*. Les faisceaux des veinules sont accompagnés en dessus et en dessous de puissants massifs fibreux qui les rattachent en haut à un hypoderme local s'étendant à quelque distance des nervures et qui s'arrêtent en bas à quelques assises de l'épiderme inférieur. Des fibres aberrantes parcourent le mésophylle ; des cellules sclé-

reuses (spicules), terminées en tête de clou sous l'épiderme supérieur, s'enfoncent en se bifurquant, ou en se ramifiant jusque vers le milieu du mésophylle et au delà.

13. — ÉBÉNACÉES.

(Pl. 13, fig. 1-6.)

Poils tecteurs unicellulés, cylindriques aigus, à parois épaisses, lisses; poils glanduleux (peu répandus), à pied unisérié, court, à tête 1-pauci-cellulée, divisée verticalement. Stomates entourés de plusieurs cellules épidermiques irrégulièrement disposées. Cristaux simples, prismatiques ou diversement modifiés, souvent à faces concaves, plus rarement mâclés ou grossièrement agglomérés. Laticifères et autres glandes internes nuls.

Les poils unicellulés, cylindriques, à parois épaisses, ne varient guère et constituent l'un des caractères les plus importants de la famille. L'épaississement des parois est uniforme et peut aller jusqu'à oblitérer la cavité (*Diospyros ilicifolia*). Celle-ci renferme quelquefois un liquide ou des granules colorés; nous trouvons un liquide brun dans ceux du *Royena lucida*, un contenu verdâtre dans ceux du *Maba* (*Macreightia*) *chlorantha* Brongn. (fig. 6).

J'ai vu quelques poils unisériés dans le *Diospyros discolor*. Ce fait est isolé, de sorte que je ne saurais lui attacher une signification quelconque.

Les poils glanduleux n'existent que dans certaines espèces, notamment dans les *Diospyros* à feuilles caduques. Chez les *D. Kaki* et *chinensis*, le pied unisérié, composé de 4-7 cellules discoïdes, est recourbé en crochet, de sorte que la tête, ordinairement bicellulée, se dirige obliquement de haut en bas et vient presque s'appliquer sur l'épiderme; les deux cellules de la tête seules contiennent une matière brunâtre, mais dans le *D. chinensis* Dcne, si voisin, la cellule située immédiatement au-dessous se charge fréquemment de la même matière en se renflant légèrement (fig. 1). J'ignore si ce caractère est constant et indépendant du milieu; les deux plantes qui ont

fourni les échantillons croissaient côte à côte dans la même serre.

J'ai trouvé quelques poils analogues à pied 2-3-cellulé, à tête unicellulée, sur les feuilles du *D. discolor*. A cela se réduit jusqu'à présent l'histoire des poils glanduleux des Ébénacées.

Je n'ai pas jugé nécessaire d'étudier le mode de développement des stomates. Étant donné l'aspect de l'appareil, il est infiniment probable que la cellule mère spéciale naît après 2 ou plusieurs divisions inclinées, comme dans les familles voisines. Les stomates sont tantôt enfoncés au-dessous du niveau de l'épiderme (*Diospyros discolor*, cellules stomatiques très épaissies), tantôt légèrement saillants, à dents externes très grandes (*Maba chlorantha*), tantôt au niveau même de l'épiderme. Aux deux extrémités du stomate on voit presque toujours deux bourrelets épaissis faisant saillie dans les cellules contiguës (fig. 3). Ce petit détail de structure, quoique très répandu dans une foule d'autres familles, est si constant chez les Ébénacées, qu'il peut être de quelque secours dans la détermination de ces plantes.

Les cristaux d'oxalate de chaux sont très remarquables à la fois par leurs formes, par leur grosseur et leur abondance, et par leur distribution souvent caractéristique.

Ils ne diffèrent pas de ceux des Sapotées. Les formes les plus communes sont le prisme clinorhombique, le parallélipipède, souvent tronqué sur les angles; l'octaèdre, à base rhomboïdale, tronqué sur les sommets, souvent réduit à l'état d'une lame d'un aspect particulier (*Diospyros nodosa*), des mâcles diverses en fer de lance, en zigzag, etc., rarement agglomérations grossières.

Ces diverses formes cristallines, très mélangées dans la même espèce, abondent dans le parenchyme fondamental et dans le liber de la tige. Le mésophylle est souvent criblé de cellules cristalligènes (*Diospyros nodosa*, *Royena*, etc.), mais c'est surtout au milieu du parenchyme en palissades qu'elles attirent l'attention; elles y prennent souvent des dimensions

considérables et renferment les plus beaux cristaux qu'on puisse voir (*Diospyros Kaki*, *chinensis*, *Royena lucida*); elles sont véritablement monstrueuses dans le *Maba chlorantha* (fig. 4 et 5), où, loin de se contenter de l'extension en largeur qu'on observe partout, elles dépassent de beaucoup la longueur des cellules en palissades et s'enfoncent dans le parenchyme spongieux de manière à occuper jusqu'aux deux tiers de l'épaisseur totale du mésophylle; les cristaux sont de magnifiques prismes, quelquefois à faces concaves, et dont la longueur peut atteindre 9 centièmes de millimètre sur une largeur de 5 centièmes de millimètre. Ce sont les plus volumineux cristaux simples que j'aie jamais vus dans une plante.

On ne trouve jamais qu'un seul faisceau, courbé en arc dans le pétiole, et ce faisceau y est presque toujours dépourvu de fibres mécaniques; quelques fibres, peu nombreuses, ont été trouvées dans le *Diospyros discolor*. Il n'en est pas de même dans la nervure médiane et dans les nervures d'ordre inférieur : le liber y est soutenu en dehors par une bande fibreuse assez puissante ou par des paquets espacés de fibres moins développés dans les feuilles caduques (*D. Kaki*) que les autres. Quelquefois le faisceau est muni d'un second massif fibreux en dessus (*Maba*).

Les organes sécréteurs internes font défaut. Néanmoins les Ébénacées peuvent sécréter une huile particulière. Ainsi, par exemple, la plupart des cellules du mésophylle du *Diospyros discolor* renferment une gouttelette d'une huile vert-émeraude, odorante; les mêmes gouttelettes se montrent dans toutes les cellules de l'épiderme inférieur, mais il n'y en a pas dans l'épiderme supérieur.

SUBDIVISION DE LA FAMILLE.

L'anatomie ne fournit que des caractères d'espèces, à moins que la présence ou l'absence de poils glanduleux ne permette d'établir une coupe, ce que je ne saurais affirmer,

d'abord à cause du caractère négatif de cette constatation, et ensuite à cause du nombre relativement restreint des espèces étudiées.

VARIATIONS ÉPHARMONIQUES.

Toutes les bonnes espèces seront facilement définies par leurs caractères épharmoniques; une monographie anatomique ayant pour base le travail de Hiern serait une besogne des plus faciles et des plus intéressantes.

L'épiderme supérieur est rectiligne ou onduleux, parfois assez épaissi et pourvu de ponctuations plates qui sont situées soit dans les angles des cellules, soit dans les sinus des ondulations. Il y a souvent des stries cuticulaires. L'épiderme inférieur est plus variable; on y rencontre cette curieuse modification que j'ai signalée dans plusieurs autres familles (Éricacées, Apocynées, etc.) et qui consiste en ce que chaque cellule se prolonge en une papille assez saillante; dans le *Diospyros discolor* (fig. 2) cette papille est cylindrique, tronquée au sommet; les nombreuses stries cuticulaires convergent vers ces papilles, s'élèvent le long de leur paroi, et, arrivées au sommet, se renversent en dehors à la manière des feuilles d'acanthe d'un chapiteau corinthien. La hauteur de la papille, dont les parois sont très épaisses, est à peu près du double de la largeur, non compris la hauteur de la cellule épidermique proprement dite.

L'héliophilie, exprimée par le développement relatif du parenchyme en palissades, est assez faible. Les feuilles les plus héliophiles que j'aie rencontrées sont celles du *Maba chlorantha* et du *Royena lucida;* les cellules en palissades, 6-10 fois plus longues que larges, occupent environ la moitié de l'épaisseur du mésophylle; en même temps les deux épidermes, à cuticule assez épaisse et à parois verticales minces, sont composés de cellules assez hautes pour évoquer l'idée du réservoir d'eau. Le *Diospyros discolor*, dont l'épiderme inférieur indique déjà un certain degré de xérophilie, vient en-

suite, avec des palissades, sur une seule assise, environ 6 fois plus longues que larges, occupant environ un tiers de l'épaisseur totale, avec des faisceaux immergés pourvus de fibres en dessus et en dessous, et avec des groupes de cellules scléreuses semés au milieu du parenchyme du pétiole et de la nervure médiane. Les feuilles des *Diospyros* à feuilles caduques ont tout à fait l'apparence de celles des plantes annuelles; le mésophylle, de même que dans toutes les Ébénacées étudiées, est bifacial; les palissades, 2-3 fois plus longues que larges, occupent un peu moins de la moitié de l'épaisseur totale. Le *Diospyros nodosa* présente une structure assez différente. La plus grande partie du mésophylle est occupée par un parenchyme spongieux à grandes cellules, extrêmement méatique; les cellules en palissades, 2-4 fois plus longues que larges, disposées sur une seule assise, n'occupent guère que la cinquième ou la sixième partie de l'épaisseur totale. Les faisceaux des veinules, pourvus de fibres en dessus et en dessous, courent sous la deuxième assise de cellules; la cuticule est mince, les stomates sont légèrement saillants, malgré l'absence de poils, tous caractères qui indiquent une station humide et ombragée.

14. — STYRACÉES.

Je ne sais presque rien de cette famille si intéressante, qui présente à la fois les affinités les plus manifestes avec les Ébénacées et les Sapotées d'une part, et avec plusieurs familles Dialypétales d'autre part.

J'ai étudié la feuille du *Symplocos coccinea*, dans le simple but de voir jusqu'à quel point les affinités avec les Ébénacées trouvent leur expression anatomique. Les poils cylindriques, à parois épaisses, à contenu brunâtre sur l'adulte, rappellent immédiatement ceux des Ébénacées, quoiqu'ils soient cloisonnés par des parois transversales très fines. Nous avons vu que le même fait peut se présenter chez les Ébénacées; les plus petits sont unicellulés. Mais c'est là tout; sur trois stomates, deux sont, en moyenne, accompagnés de deux cellules paral-

lèles à l'ostiole. Les beaux cristaux des Ébénacées et des Sapotées sont remplacés par des oursins à éléments assez fins. Le pétiole et la nervure médiane ne renferment qu'un seul faisceau légèrement arqué, sans fibres mécaniques dans le pétiole, pourvu de fibres en dessous dans la nervure médiane.

Signalons en passant les dents des jeunes feuilles dont l'épiderme s'hypertrophie énormément sans se diviser, comme il le fait dans les nectaires extrafloraux d'un grand nombre de plantes.

Série III. — *Bicarpellées.*

Classe VII. — GENTIANALES.

15. — OLÉACÉES.

(Sens. strict., excl. Jasminées et Fraxinées. — Pl. 13, fig. 7-12.)

Poils tecteurs rares, ordinairement réduits à de petites papilles unicellulées, rarement plus développés, unisériés paucicellulés ; poils glanduleux, sessiles, capités, à tête divisée verticalement ou en écusson pluri-multicellulé. Stomates entourés de plusieurs cellules épidermiques irrégulièrement disposées, très rarement, et par accident, de deux cellules parallèles à l'ostiole, ordinairement plus grands que les cellules environnantes. Cristaux aciculaires non orientés, très petits, rarement mêlés à des formes lamellaires, prismatiques ou octaédriques, très répandus dans les tissus, fréquents dans l'épiderme. Laticifères et autres glandes internes nuls.

Les poils non glanduleux sont rares. Ils sont réduits, dans l'immense majorité des cas, à de petites papilles coniques, très épaissies, qu'on ne trouve guère que sur le pétiole (*Osmanthus ilicifolius*, *Olea americana*). Une seule espèce, l'*Olea glandulifera*, m'a offert des poils plus longs et unisériés, à parois assez minces, et encore placés dans des conditions bien spéciales. On sait que cette plante possède, dans l'aisselle des nervures, à la face inférieure, des saillies, qu'on a prises pour des glandes (de là le nom spécifique) et qui ne sont que de vastes cavités, comprenant plus de la moitié de l'épaisseur du limbe, creusées dans le parenchyme de la feuille,

débouchant au dehors par un petit ostiole et garnies intérieurement des poils en question. Comme dans le Caféier, il n'est pas rare de trouver des squelettes de petits insectes dans ces sortes d'ascidies.

Les poils glanduleux sessiles ont tantôt une tête arrondie ou obconique, et alors ils sont enchâssés dans une cavité correspondante de l'épiderme (*Olea excelsa*, *americana*, *Osmanthus*, etc.), tantôt aplatie, en écusson; les divisions sont toujours verticales, et les cellules, au nombre de 8 ou indéterminé rayonnent autour du centre.

Le contour de l'écusson est le plus souvent circulaire, plus rarement lobé ou déchiqueté (*Ligustrum Hookeri*, *Olea europæa*, *undulata*, etc.). Quelquefois une destruction précoce, ou tout au moins une dessiccation, en atteint les parois périphériques, de sorte que la feuille adulte ne présente plus que les restes, toujours reconnaissables, de ces poils (*Olea undulata*, *Ligustrum Massalongianum*).

Les stomates sont ordinairement entourés de plusieurs cellules épidermiques. Il est probable qu'ils se développent de la même manière que chez les Sapotacées et les Ébénacées. La seule exception que j'aie rencontrée dans le *Ligustrum Massalongianum* s'explique aisément par la forme presque linéaire des feuilles. Les stomates y apparaissent accompagnés de deux cellules parallèles à l'ostiole, et des cloisons parallèles à l'ostiole peuvent même se former dans les cellules accessoires; néanmoins, cette disposition n'est guère reconnaissable sur la feuille adulte, d'abord parce qu'elle n'est pas constante, et ensuite parce que les cellules accessoires s'étendent beaucoup en largeur et se perdent au milieu des autres cellules épidermiques, de sorte que l'aspect de l'appareil stomatique ne diffère pas notablement de celui des autres Oléacées. Je reconnais d'ailleurs qu'il serait utile d'étudier le développement de ces organes chez plusieurs espèces différentes, car le *Syringa vulgaris* est lui-même sujet à des variations qui semblent indiquer soit une certaine inconstance, soit des divisions secondaires qui altèrent l'image primitive de l'appareil stomatique.

Dans plus de la moitié des Oléacées étudiées, les stomates sont beaucoup plus grands que les cellules épidermiques environnantes et peuvent même compter parmi les plus grands des Dicotylées (fig. 8 et 11); en effet, ils peuvent atteindre 7 centièmes de millimètre (*Olea undulata*). Dans deux plantes, l'*O. undulata* et le *Forestiera porulosa*, il y en a de petits et de grands, les premiers d'un tiers ou de plus d'un tiers moins longs et moins larges que les autres (1).

Les cristaux d'oxalate de chaux sont extrêmement caractéristiques : ce sont de petites aiguilles à peine mesurables, formant dans les cellules des masses d'apparence amorphe. Il est rare de trouver quelques formes différentes toujours isolées, par exemple des octaèdres très plats dans le mésophylle de l'*Olea undulata*, jamais en nombre assez grand pour gêner le diagnostic.

Cela est d'autant plus précieux que la structure anatomique des Oléacées présente une certaine analogie, bien étrange à coup sûr, avec celle des Bignoniacées. Dans celles-ci, les cristaux, beaucoup plus grands, ont presque toujours une forme bien définissable, et même dans le cas peu fréquent de cristaux purement ou presque purement aciculaires (*Bignonia exoleta*), on ne pourra guère se laisser induire en erreur, car ces aiguilles sont incomparablement plus grandes que celles des Oléacées.

De plus, les acicules des Oléacées se disposent avec une préférence très marquée dans l'épiderme (à peu près dans la moitié des cas, *Olea glandulifera*, *undulata*, *excelsa*, fig. 8, *americana*, *Forestiera porulosa*, *Ligustrum Hookeri*).

Si, malgré cela, on est encore embarrassé, il faudra examiner la structure du pétiole et de la nervure médiane, structure tellement différente dans les deux familles que le doute devient impossible. La nervure médiane d'une feuille ou respectivement d'une foliole suffit; il serait d'ailleurs difficile de confondre la feuille entière d'une Bignoniacée avec celle d'une

(1) A l'époque où j'ai fait cette observation, l'idée ne m'est pas venue de rechercher si les grands stomates ne sont pas des stomates aquifères.

Oléacée, et tout ce que je viens de dire ne se rapporte qu'au cas où l'on n'aurait qu'une portion de feuille à sa disposition.

Chez les Oléacées, le pétiole ne renferme qu'un seul faisceau étroitement recourbé en arc, accompagné ou non, de chaque côté, d'un ou de deux petits fascicules latéraux. Le cas le plus compliqué qui ait été observé se rapporte à l'*Osmanthus ilicifolius* où les faisceaux latéraux, situés par paires de chaque côté, offrent une structure centrique, à bois rayonnant autour du centre et à liber périphérique. La position excentrique du point de convergence et la minceur du liber à la partie supérieure, indiquent pourtant encore et l'origine de cette structure et l'influence du zygomorphisme de la feuille.

Le plus souvent, tout le système mécanique du pétiole se réduit à un peu de collenchyme. Seul le *Syringa vulgaris*, parmi les espèces étudiées, montre le faisceau principal accompagné en dessous d'une série de faisceaux fibreux assez puissants, ce qui n'empêche pas que toute la région externe du parenchyme fondamental, sauf un petit espace de chaque côté du pétiole, ne se transforme en collenchyme.

La nervure médiane reproduit la même structure très simple, sauf les fascicules latéraux; mais souvent les deux cornes détachées du faisceau se rapprochent et se confondent pour former au-dessus du faisceau principal un second faisceau inverse (*Olea glandulifera*, *emarginata*, *excelsa*, *americana*, *Osmanthus ilicifolius*, *Ligustrum multiflorum*, etc.). Le système mécanique est, en général, infiniment plus développé dans le pétiole; je ne l'ai trouvé dépourvu de fibres mécaniques que dans le *Forestiera porulosa*, les *Ligustrum Massalongianum* et *Hookeri* et le *Syringa vulgaris*, tandis que dans toutes les autres espèces le faisceau principal est accompagné en dessous d'un arc fibreux (*Osmanthus*, *Ligustrum multiflorum*), ou de faisceaux fibreux espacés; le faisceau inverse supérieur, lui-même, est soutenu dans les mêmes cas par des paquets fibreux espacés ou confluents. Dans l'*Osmanthus*, le

tissu médullaire compris entre les deux faisceaux est lui-même transformé en tissu mécanique.

En général la nervure secondaire est encore plus solidement construite que la nervure médiane; chez l'*Olea excelsa* et chez l'*Osmanthus*, par exemple, nous voyons le faisceau unique de cette nervure embrassé en bas par un puissant arc fibreux et surmonté d'un massif fibreux qui, dans cette dernière plante, ne s'arrête qu'à deux assises environ de l'épiderme supérieur.

SUBDIVISION DE LA FAMILLE.

Aucun caractère rationnel emprunté à l'histologie de la feuille ne permet de définir un seul genre de la famille des Oléacées; en revanche, toutes les espèces seront facilement définies par leurs caractères épharmoniques. Ce travail sera des plus faciles et des plus fructueux.

VARIATIONS ÉPHARMONIQUES.

Toutes les espèces étudiées ont un mésophylle bifacial; je n'ai que rarement vu de stomates à la face supérieure. L'espèce la moins héliophile est l'*Olea americana* et, chose curieuse, cette même plante compte parmi les plus xérophiles; la cuticule est énorme, et le mésophylle soutenu par des spicules plusieurs fois ramifiées (fig. 10); la plus héliophile de toutes est l'*Osmanthus ilicifolius*, dont le mésophylle est occupé, dans ses deux tiers supérieurs, par des cellules en palissades douées, du moins celles de l'assise supérieure, d'un singulier pouvoir de division transversale. Le *Syringa vulgaris* compte également parmi les espèces héliophiles, mais il est très variable, tantôt pourvu d'une seule assise de palissades qui, par-ci, par-là, se divise en deux, tantôt de deux assises bien distinctes occupant près des deux tiers de l'épaisseur du mésophylle, tantôt doué de la faculté d'allonger un peu les cellules des assises inférieures, ce qui peut être consi-

déré comme un premier indice de structure centrique; il y a d'ailleurs quelques stomates à la face supérieure.

Les cellules scléreuses, les fibres aberrantes, par conséquent les espèces que j'ai appelées *protéoïdes* et *oléoïdes*, abondent dans cette famille, mais ce n'est pas ici le lieu de décrire les diverses variantes qu'on peut observer.

Je termine ce chapitre par la description succincte de six espèces d'*Olea* (environ la sixième partie du genre) dont l'*Olea emarginata*, *Noronhia emarginata* Poir. et l'*Osmanthus* cultivé au Muséum sous le nom d'*O. ilicifolius* et qui n'est assurément que l'*Osmanthus fragrans*, c'est-à-dire l'ancien *Olea fragrans* Thunb.

Olea. — 1. *O. glandulifera* Wall. — Épiderme supérieur onduleux à cellules toutes cristalligènes, contenant de petites aiguilles, à cuticule médiocre, lisse, sans stomates; épiderme inférieur onduleux à cellules toutes cristalligènes; stomates ne dépassant pas la surface des cellules épidermiques. Poils en écusson circulaires, à bord un peu irrégulier, à cellules remplies d'une matière granuleuse opaque. Mésophylle bifacial d'environ 6-7 assises; une assise de palissades 4-5 fois plus longues que larges, occupant moins de la moitié de l'épaisseur totale, le tout traversé dans tous les sens par des fibres ou de longues cellules scléreuses. Nervure médiane: faisceau arqué surmonté d'un faisceau inverse plan, tous deux pourvus en dehors de massifs fibreux espacés. Pétiole : faisceau arqué sans fibres, parenchyme homogène. — Dans l'aisselle des nervures secondaires, cryptes creusées dans le parenchyme de la face inférieure, remplies d'air, communiquant en dehors par un pertuis elliptique parallèle à la nervure médiane, tapissées par un épiderme à cuticule fortement striée et garni de poils simples unisériés.

2. *O. europæa* L. — Épiderme supérieur à cellules petites, onduleuses surtout à la surface externe, beaucoup moins à la surface interne, sans contenu solide, à cuticule assez épaisse,

lisse, sans stomates; épiderme inférieur à cellules plus petites, rectilignes ou subonduleuses, orné de quelques stries cuticulaires qui rayonnent autour des stomates; stomates plus grands que les cellules environnantes. Poils en écusson multicellulé, à contour circulaire déchiqueté. Mésophylle bifacial, épais de plus de 12 assises; une assise de palissades environ 6-8 fois plus longues que larges, occupant environ un quart de l'épaisseur totale; parenchyme spongieux très méatique; le tout traversé par un grand nombre de fibres qui vont s'insinuer sous les deux épidermes, surtout le supérieur, et y forment un système fibreux hypodermique. Nervure médiane : faisceau arqué, surmonté d'une moelle à parois épaisses et de cellules en palissades à peine modifiées, pourvu de massifs fibreux en dessous, rattaché à l'épiderme inférieur par du parenchyme incolore. Pétiole : faisceau arqué sans fibres; parenchyme collenchymatoïde. Cristaux nuls (?).

3. *O. excelsa.* — Épiderme supérieur rectiligne, à cuticule épaisse, lisse, sans stomates, l'inférieur recticurviligne à cuticule assez épaisse, lisse, tous deux à cellules cristalligènes; stomates plus grands que les cellules environnantes, presque circulaires. Poils capités à tête environ 16-cellulée, insérés au fond de petites dépressions coniques et atteignant le niveau extérieur, à la face inférieure, rares. Mésophylle d'environ 6 assises, bifacial : une assise de palissades par-ci par-là divisées en deux, environ six (respect. 3) fois plus longues que larges, occupant environ la moitié de l'épaisseur totale. Nervure médiane; faisceau arqué, surmonté d'un faisceau inverse, tous deux pouvus de fibres mécaniques en dehors. Pétiole : faisceau arqué sans fibres et deux petits fascicules latéraux; parenchyme collenchymatoïde. — Émulsion huileuse dans presque toutes les cellules de la feuille, surtout dans le voisinage des faisceaux.

4. *O. americana* L. — Épiderme supérieur recticurviligne à parois latérales minces, à cuticule très épaisse, striée autour des poils, à cellules cristalligènes contenant des acicules et

quelques lames simples ou mâclées, parsemé de quelques groupes de cellules sclérifiées, sans stomates; épiderme inférieur rectiligne à cuticule épaisse, à cellules cristalligènes, sauf celles qui entourent les stomates; stomates plus grands que les cellules environnantes, au niveau extérieur de l'épiderme. Poils capités, à tête 4-8-cellulée, insérés au fond de petites dépressions coniques et atteignant le niveau externe de l'épiderme. Mésophylle bifacial, d'environ huit assises : deux assises de palissades à peine différenciées; le tout soutenu par de grandes cellules scléreuses ramifiées. Nervure médiane : faisceau arqué surmonté d'un faisceau inverse plan, tous deux pourvus de quelques fibres en dehors. Pétiole : faisceau arqué, sans fibres et deux petits fascicules latéraux.

5. *O. undulata*. — Épidermes rectilignes, à cuticule très épaisse, lisse, à cellules toutes cristalligènes, contenant des acicules et quelques lames, le supérieur sans stomates; stomates plus grands que les cellules environnantes, elliptiques et presque circulaires, situés au niveau externe de l'épiderme, mêlés à quelques stomates beaucoup plus grands. Poils en écusson fortement déchiqueté, à pédicule inséré au fond d'une dépression et dépassant le niveau extérieur de l'épiderme, mésophylle bifacial d'environ huit assises : deux assises de palissades, celles de l'assise supérieure environ six fois plus longues que larges, celles de l'assise inférieure deux fois plus longues que larges, occupant ensemble plus du tiers de l'épaisseur totale, le tout traversé par quelques fibres très épaisses. Nervure médiane : faisceau arqué accompagné d'un arc fibreux en dessous. Pétiole : faisceau arqué, pourvu de quelques rares fibres mécaniques, parenchyme parsemé de quelques cellules scléreuses non amplifiées; cristaux dans presque tous les tissus.

6. *Noronhia emarginata* Poir. (*Olea emarginata* Lam., fig. 12). — Épiderme supérieur recticurviligne ou onduleux, à cuticule assez épaisse, lisse, à cellules hautes, à parois la-

térales souvent ondulées, plissées sans stomates; épiderme inférieur rectiligne, à cuticule assez épaisse, lisse; stomates longuement elliptiques, plus grands que les cellules environnantes. Poils en écusson, 8-16-cellulés, circulaires, insérés au fond d'une dépression. Hypoderme d'une seule assise de cellules sous l'épiderme supérieur, hypertrophié sur la nervure médiane en un collenchyme assez puissant. Mésophylle bifacial ou avec une très légère indication de structure centrique : 3 assises de palissades de 5-6 fois plus longues que larges, très nettement limitées du côté du parenchyme spongieux à cellules beaucoup plus larges, légèrement différenciées en palissades étranglées au milieu, à la face inférieure, le tout parcouru par de nombreuses fibres mécaniques. Nervure médiane : faisceau arqué surmonté d'un faisceau plan, inverse, tous deux pourvus de petits massifs fibreux en dehors; cellules scléreuses médiocrement épaissies, semées dans le parenchyme. Pétiole : faisceau arqué sans fibres, à liber un peu collenchymatoïde au sommet des faisceaux partiels; périderme à cellules tabulaires délicates sous l'épiderme; très grandes cellules scléreuses médiocrement épaissies dans le parenchyme. — Cristaux aciculaires, souvent très petits, ou lamellaires dans presque toutes les cellules parenchymateuses.

7. *Osmanthus fragrans* Lour. — Épiderme supérieur rectiligne, à cuticule épaisse ornée de faibles stries linéaires, sans stomates; épiderme inférieur, recticurviligne, à cuticule assez épaisse, lisse; stomates circulaires, plus grands que les cellules environnantes. Poils capités multicellulaires, insérés au fond d'une dépression et atteignant le niveau de l'épiderme. Mésophylle bifacial, d'une douzaine d'assises, les 5-7 supérieures en palissades de moins en moins différenciées, la supérieure se divisant souvent en 2-4 tronçons superposés. Nervure médiane : faisceau arqué surmonté d'un faisceau rubané inverse, tous deux pourvus en dehors d'une forte bande fibreuse, réunis également par du tissu mécanique. Pétiole :

faisceau arqué, et de chaque côté deux faisceaux latéraux, tous sans fibres; quelques poils unicellulés, très épaissis. — Cristaux aciculaires très petits dans presque tous les tissus.

L'étude anatomique du genre *Jasminum* (1) est encore une de celles qu'on peut recommander en toute assurance à ceux qui, sans beaucoup de peine, veulent se rendre utiles à la Taxinomie anatomique.

Très homogène quant au port des plantes et quant aux caractères spéciaux motivés par ce port, il ne présente que des variations épharmoniques. J'ai appelé type *jasminoïde* ce type de végétaux subsarmenteux grimpants ou non, dont l'écorce se charge d'une partie du rôle assimilateur, sans que les feuilles se réduisent à une quantité physiologiquement négligeable, réservant celui de *spartoïde* à ceux dont les feuilles sont extrêmement réduites et dont l'écorce prend en grande partie le rôle assimilateur, et enfin celui de *lycioïde* à ceux des végétaux sarmenteux, sans organes préhenseurs, dont l'écorce n'offre pas la structure de feuille et forme de bonne heure un périderme.

Les poils des *Jasminum* sont unicellulés ou unisériés, mais rarement bien développés sur la feuille adulte. Les poils glanduleux capités, à tête uni-pluri-cellulée, tantôt divisée verticalement, tantôt également dans le sens horizontal (jeunes feuilles du *J. humile*), ne présentent qu'une ressemblance bien imparfaite avec ceux des Oléacées, tandis que les stomates, comme cela arrive si souvent chez celles-ci, sont beaucoup plus grands que les cellules environnantes et par cela même, indépendamment du mode de développement, entourés de plusieurs cellules épidermiques. Il n'y a pas de stomates à la face supérieure, le mésophylle est bifacial, à une, deux ou trois assises de palissades (une assise: *J. humile*, *revolutum*, par endroits deux; deux assises: *pubigerum*, *simplicifolium*, *odoratissimum;* trois assises: *azoricum*). Les épidermes paraissent être toujours rectilignes ou recticurvilignes, à cuticule médiocrement épaissie, souvent ornée de stries cuticulaires qui

(1) J'ai étudié 9 espèces sur 120 espèces connues.

sont tantôt parallèles, tantôt disposées par petits groupes et rayonnant autour de nombreux centres qui souvent coïncident avec les centres géométriques des cellules (*J. pubigerum*). Un hypoderme existe dans quelques espèces (p. ex. *J. azoricum*) et doit être considéré comme l'analogue de l'assise incolore qui se trouve sous l'épiderme de la tige et qui se développe en un collenchyme plus ou moins fort dans les angles ou dans les ailes de la tige. L'anatomie systématique de ce genre devra du reste reposer en grande partie sur l'anatomie comparée de la tige.

16. — APOCYNÉES.

(Pl. 13, fig. 13 à 20.)

Poils simples unisériés ou unicellulés. Stomates accompagnés de deux cellules latérales parallèles à l'ostiole, plus rarement entourés de trois cellules épidermiques. Cristaux simples, mâclés ou agglomérés. Laticifères inarticulés. Faisceaux bicollatéraux.

Les espèces glabres sont fréquentes parmi les Apocynées: celles de ces plantes qui présentent des poils, se partagent assez nettement en deux groupes, les unes à poils unisériés, les autres à poils unicellulés (fig. 13). Le *Vinca rosea* seul, parmi les espèces étudiées, montre les deux formes réunies sur le même pied. Le poil y est cylindrique aigu, à paroi assez épaisse, dilaté à la base de sorte qu'il semble sortir d'une cellule épidermique de dimensions ordinaires ou même plus grande que les cellules voisines; à la face inférieure des feuilles des poils analogues sont unicellulés ou divisés dans leur moitié inférieure par une, deux ou trois cloisons transversales très minces.

Les espèces à poils franchement unisériés appartiennent à la tribu des Échitidiées. Ce sont: *Echites peltata*, à poils de deux sortes, les uns, flétris de bonne heure, froissés, aplatis, tordus, desséchés et brunis, les autres robustes, cylindro-coniques, à paroi épaisse, perlée, à cloisons transversales nombreuses et minces (fig. 14); *Trachelospermum jasminoides*, à poils également très robustes, pluricellulés et dont les cavités

cellulaires sont presque oblitérées ; *Wrightia mollissima* (pétiole), à poils paucicellulés, obtus, à peine épaissis ; *Beaumontia grandiflora*, à poils allongés, cylindriques, médiocrement épaissis, perlés, pluricellulés.

Quant aux espèces à poils unicellulés, elles font partie des tribus des *Carissées* et des *Plumériées*, sauf le *Nerium Oleander* qui appartient aux Échitidées. Dans bon nombre de cas on pourrait considérer cette forme comme étant due à la réduction des dimensions du poil ; en effet le poil est souvent fort petit ; chez l'*Allamanda cathartica*, l'*A. neriifolia* (1), le *Vinca minor* et même à la face supérieure des feuilles du *Nerium Oleander*, il ne constitue qu'une petite pointe conique de forme quelque peu variable (partant d'une grande cellule épidermique dans le *Vinca*, comme il a été dit pour le *V. rosea*, renflé, bulbiforme sur la nervure médiane de l'*Allamanda neriifolia*) et à paroi plus ou moins épaisse ; mais, sans compter les longs poils unicellulés, pourvus au sommet de un à deux renflements anévrismaux, qui garnissent la corolle du *Vinca*, où une pareille simplification est loin d'être sans exemple, les poils assez longs des cryptes stomatophores du *Nerium* sont également unicellulés, et des poils unicellulés cylindriques à paroi assez épaisse, garnissent les nervures de la feuille du *Plumeria alba*. Ce qui est plus grave et beaucoup plus intéressant que ces considérations purement théoriques, c'est que le même dimorphisme apparaît dans la famille des Asclépiadées, qui, nous le verrons bientôt, ne diffèrent par aucun caractère anatomique des Apocynées.

Un dimorphisme analogue se fait sentir dans la structure et dans le mode de développement des stomates. Dans la majorité des cas, ceux-ci sont accompagnés de deux ou plusieurs cellules parallèles à l'ostiole (fig. 15) et semblent souvent suspendus au milieu d'une cloison qui continuerait la direction de l'ostiole ; dans d'autres, la disposition typique de trois cellules autour du stomate dénote avec la plus grande netteté le mode de développement crucifère. Malheureusement dans

(1) Je n'ai pas réussi à m'assurer de l'identité de cette plante.

toutes les espèces, sauf une, dont je viens de décrire les poils, les stomates sont accompagnés de deux cellules parallèles à l'ostiole (*Allamanda*, *Vinca minor*, *Plumeria alba*) ; une réserve doit être faite pour le *Nerium* dont je n'ai pas vu l'appareil stomatique de face ; et pour le *Vinca rosea* (à poils dimorphes) dont les stomates sont entourés de trois cellules. Il sera donc impossible jusqu'à nouvel ordre, de dire jusqu'à quel point ces deux caractères concordent et s'ils peuvent servir à une définition anatomique des tribus. D'après les exemples qu'il m'a été donné d'étudier, cette concordance est fort improbable.

Parmi les espèces dont il n'a pas encore été question, le *Strophanthus dichotomus* (Échitidée), le *Kopsia fruticosa* (Pluмériée), l'*Allamanda Schottii* (Carissée), présentent franchement l'appareil stomatique rubiacé, le *Carissa grandiflora*, les *Cerbera longifolia* (*Thevetia*) et *Manghas* (*Plumériées*) (fig. 18), le *Tabernæmontana amygdalifolia* (Plumériée), l'appareil stomatique crucifère. Il me reste un doute sur le *Carissa sessiliflora*, mais j'inclinerais plutôt pour l'appareil rubiacé, et enfin le *Melodinus monogynus* (Carissée) montre fort bien les deux formes réunies côte à côte sur la même feuille.

En présence de cet enchevêtrement tout à fait obscur des caractères anatomiques et organographiques, en présence de la constance pour ainsi dire absolue de l'appareil stomatique des Labiées, des Acanthacées, des Rubiacées, des Composées, des Crucifères, des Caryophyllées et d'une foule d'autres familles, on en est à se demander quelle sera la signification de l'inconstance si curieuse qui frappe à la fois le système pileux et l'appareil stomatique des Apocynées, une des familles les plus naturelles qu'il y ait. Après des études aussi peu nombreuses que les miennes, il serait téméraire de répondre à cette question. Il est évident que l'anatomie comparée des Apocynées révélera des faits très curieux et qui intéressent au plus haut degré la philosophie de la taxinomie elle-même. Il est à peine nécessaire d'ajouter que ces inconstances ne nuisent en aucune façon à la détermination de la famille.

En me servant des termes concis de crucifère et de rubiacé, appliqués, comme je le fais partout, à l'appareil stomatique, je n'ai naturellement tenu aucun compte du nombre des divisions cellulaires qui précèdent la formation de la cellule mère spéciale. Ces divisions sont ordinairement de deux dans le type rubiacé, rarement davantage, et encore faudrait-il s'assurer dans ce cas si on n'a pas affaire à une division secondaire postérieure à la formation du stomate. Il y en a deux ou trois (*Cerbera laurifolia*), dans le type crucifère. Généralement les cellules accessoires se perdent plus ou moins dans l'épiderme commun, tout en restant reconnaissables. Néanmoins, lorsqu'il s'agit du type rubiacé, l'ensemble de l'appareil stomatique (le stomate avec les cellules accessoires) ne dépasse pas de beaucoup la surface de l'une des cellules épidermiques environnantes. Il y a d'ailleurs sous tous ces rapports de nombreuses variations qui sont du ressort de la description de l'espèce et qui dépendent notamment du volume relatif du stomate lui-même et de la forme des cellules épidermiques.

Les cristaux d'oxalate de chaux paraissent appartenir au système clinorhombique, mais la forme simple n'est pas précisément fréquente. On peut l'observer régulièrement dans l'épiderme inférieur de l'*Alstonia scholaris* (fig. 18) et, parmi d'autres formes, dans le parenchyme du pétiole de la même plante (fig. 17), et dans le limbe du *Plumeria alba* (fig. 16). Ordinairement ces cristaux sont plus ou moins modifiés, le plus souvent réunis en mâcles en zigzag de deux ou plusieurs cristaux simples (fig. 20). A côté de ces formes très reconnaissables il faut mentionner les agglomérations confuses qui paraissent dominer dans les tissus parenchymateux, tels que le mésophylle, souvent le parenchyme du pétiole et des nervures etc., tandis que les formes mâclées appartiennent plus particulièrement au liber ou peut-être plus exactement aux tissus doués d'un fort accroissement linéaire qui entraîne l'orientation du cristal. Cette remarque n'a d'ailleurs rien d'absolu.

De belles et nombreuses agglomérations ont été trouvées dans le mésophylle et le pétiole du *Nerium*, du *Beaumontia*

fruticosa, du *Carissa grandiflora*, etc., mêlés à des cristaux simples ou mâclés dans le *Melodinus*, l'*Alstonia scholaris*, etc., des cristaux simples, dans le *Plumeria alba*. Il est bien entendu que la forme des cristaux peut varier suivant la partie de la plante que l'on examine; mais elle ne sort pas du cercle assez étroit des formes qui sont assignées à la famille.

Il peut arriver que les cristaux se présentent d'une manière constante dans un tissu quelconque et qu'ils fournissent ainsi de véritables caractères taxinomiques: voici les deux cas les plus remarquables que j'aie rencontrés.

Le mésophylle du *Cerbera laurifolia* renferme dans toutes ses parties de grosses agglomérations rayonnées; mais c'est surtout dans l'assise supérieure des palissades que leur présence frappe l'observateur; les cellules cristalligènes y ont la même longueur que les cellules en palissades, en même temps elles s'étendent en largeur, de manière à devenir isodiamétriques et elles sont presque remplies par un gros cristal rayonné.

L'épiderme inférieur onduleux du *Cerbera Manghas* (fig. 18) représente des groupes linéaires, rectilignes ou en zigzag, de deux, trois ou quatre cellules beaucoup plus petites que les autres, isodiamétriques, à parois rectilignes et contenant chacune, à côté d'une matière granuleuse opaque, un beau cristal clinorhombique. Il en est de même pour la plante cultivée au Muséum sous le nom de *Tanghinia venenifera* et dont la structure est si semblable à celle du *Cerbera Manghas* qu'il faut se demander si ces deux plantes sont réellement différentes.

Les laticifères non articulés, semblables à ceux des Euphorbiacées, appartiennent au parenchyme fondamental; mais, dans la feuille, même quelquefois dans les fortes nervures et dans le pétiole, ils suivent en général les faisceaux et se montrent surtout abondants au-dessus de ceux-ci (*Trachelospermum*, *Cerbera*, etc.). On les trouve, au contraire, dispersés dans le parenchyme du pétiole chez l'*Alstonia scholaris*, le *Tabernæmontana*, le *Beaumontia grandiflora*, le *Melodinus*, etc.

Les faisceaux sont toujours bicollatéraux, c'est-à-dire que les faisceaux du pétiole, de la nervure médiane et même des nervures secondaires présentent du liber mou à la face supérieure; tantôt ce liber mou interne ne constitue qu'une masse unique appliquée sur le bois, tantôt il se divise, en tout ou en partie, en petits fascicules (*Beaumontia*).

Dans la grande majorité des cas, le pétiole ne renferme qu'un seul faisceau arqué dépourvu de fibres mécaniques (*Cerbera*, *Allamanda*, *Alstonia*, *Carissa*, *Nerium*, *Beaumontia*, *Vinca*, *Wrightia*) ou à liber collenchymatoïde par endroits et dans ses régions extérieures (*Trachelospermum*). Dans d'autres espèces, deux petits fascicules latéraux s'ajoutent au massif principal, disposition à laquelle correspond un fort développement des bords de la gouttière pétiolaire (*Melodinus*) ou une hauteur extraordinaire de la section du pétiole (*Echites peltata*), où les deux fascicules sont rapprochés au-dessus du faisceau principal. Dans le *Kopsia fruticosa*, j'ai trouvé de chaque côté deux fascicules latéraux dont l'externe plus petit que l'interne. Le *Tabernæmontana amygdalifolia* diffère des autres Apocynées étudiées en ce que les faisceaux de la trace foliaire, au lieu de s'unir en un seul massif, restent séparés, au nombre de cinq, et se disposent suivant un arc largement ouvert en haut.

Le plus ordinairement la nervure médiane présente, quant au système fasciculaire, une structure semblable à celle du pétiole. La seule modification qu'on y rencontre consiste dans l'apparition de fibres mécaniques à la limite du liber externe et interne (*Vinca minor*); ces fibres, surtout très abondantes à la face inférieure, se disposent par petits massifs isolés dans le *Trachelospermum*; le *Kopsia fruticosa* montre le même système mécanique à la face inférieure, mais à la face supérieure on voit, à quelque distance du faisceau, d'assez nombreux et puissants massifs fibreux, arrangés sur deux rangs suivant un arc à concavité inférieure.

Le collenchyme est très inégalement développé à la face supérieure. Dans le *Trachelospermum* il est à peine indiqué,

dans le *Carissa grandiflora* il ne l'est pas du tout, et, prise au milieu de la longueur de la feuille, la nervure médiane ne fait pas saillie à la face supérieure ; le parenchyme vert passe par-dessus le faisceau.

Chez le *Vinca minor*, le parenchyme en palissades, également continu dans la nervure médiane, est séparé de l'épiderme soulevé par une faible masse de collenchyme peu développé. D'autres fois, malgré le développement relatif du collenchyme et l'interruption du tissu en palissades, la nervure n'est pas saillante ; enfin, assez souvent, un collenchyme plus ou moins épaissi, imposé sur le parenchyme vert ou insinué à la place du parenchyme vert interrompu, forme à la face supérieure une saillie souvent très appréciable. Tous ces caractères ne dépassent pas la dignité spécifique et ne méritent pas que nous nous y arrêtions davantage.

SUBDIVISION DE LA FAMILLE.

A propos des poils et des stomates j'ai avoué qu'il est difficile, sans une étude beaucoup plus étendue, d'apprécier la valeur taxinomique des différentes variétés des organes. Il est même probable qu'on découvrira encore d'autres formes, peut-être adaptationnelles, comme les poils malpighiacés que M. Weiss a signalés chez les *Apocynum*. A part ces faits, je ne découvre rien qui puisse servir à établir des coupes importantes dans la famille. Il existe cependant quelques particularités assez étranges qui paraissent devoir jouer un rôle dans la définition des genres ou des sous-genres.

Les trois espèces du genre *Allamanda* que j'ai pu étudier (*A. cathartica*, *Schottii*, *neriifolia*) présentent dans la nervure médiane un tissu particulier dont je n'ai pas trouvé l'analogue ailleurs que dans la famille des Apocynées. Tout autour du faisceau règne une enveloppe continue ou interrompue aux deux points qui correspondent aux cornes du faisceau, d'un tissu très méatique creusé d'une multitude de canaux verticaux (cellules ou méats?) entre lesquels sont pour ainsi dire ten-

dues des cellules allongées horizontalement, de forme irrégulière, assez semblable à celle des cellules du parenchyme spongieux du mésophylle, et bourrées de chlorophylle. Ce tissu, dont la présence en cet endroit me paraît bien difficile à expliquer, peut s'étendre (*A. neriifolia*) jusque dans le pétiole, mais on ne l'y voit plus qu'en dessous du faisceau.

Le *Plumeria alba* (fig. 19) offre quelque chose de semblable dans la nervure médiane, les nervures secondaires et dans le pétiole. Considérons ces appareils d'abord dans le pétiole. La concavité de la gouttière fibro-vasculaire contient une multitude de longs tubes sans contenu, cylindriques, verticaux, disposés irrégulièrement sur un ou plusieurs rangs, suivant la figure d'un cœur. Dans la partie inférieure de cette figure, les méats sont étroitement appliqués sur le liber mou ou même enfoncés dans ce tissu ; dans la partie supérieure ils plongent, au contraire, entièrement dans le parenchyme fondamental. Chacun de ces tubes, d'un diamètre plus grand que celui des cellules du parenchyme fondamental, est bordé en partie, rarement de toutes parts, de petites cellules remplies de chlorophylle qui se touchent exactement par leurs côtés; lorsque les méats sont assez rapprochés, une de ces cellules peut border à la fois deux ou même trois méats par ses différentes faces. Là où ces tubes ne sont pas bordés de cellules chlorophylliennes ils touchent, soit aux cellules ordinaires du parenchyme fondamental, soit au liber mou, soit encore à des laticifères. Cette disposition se continue dans la nervure médiane, à cela près que la figure de cœur s'efface peu à peu, et dans la nervure secondaire on ne trouve plus qu'un groupe de ces appareils au-dessous et un autre au-dessus du faisceau.

N'ayant pas étudié le mode de développement de ces organes, il me serait difficile de préciser leur nature morphologique. Il s'agirait avant tout de savoir si ces longs tubes sont des méats, des cellules ou des lacunes. Jamais je n'y ai vu aucune espèce de contenu solide, et dans les *Allamanda* surtout ils font absolument l'impression de grands méats intercellu-

laires, ce qui s'accorderait du reste le mieux avec la présence des cellules chlorophylliennes. Dans le *Plumeria* ces dernières cellules, ainsi que les cellules du parenchyme fondamental, font même légèrement saillie dans l'intérieur des tubes.

VARIATIONS ÉPHARMONIQUES.

Voici, à titre d'exemple, la description de 3 espèces (sur 12) du genre *Allamanda* L.

Caractères communs : épiderme supérieur rectiligne, l'inférieur curviligne ou curviligne-onduleux ; stomates accompagnés de 2 cellules parallèles à l'ostiole. Poils unicellulés ; parenchyme vert autour du faisceau de la nervure médiane ; mésophylle bifacial.

A. Mésophylle de 6-8 assises ; parenchyme spongieux composé de cellules étalées horizontalement ; épiderme supérieur à stries cuticulaires très fines ; poils très courts, coniques.

1. Hauteur de l'épiderme supérieur (évidemment aquifère) égalant environ le tiers de l'épaisseur du mésophylle.

A. neriifolia.

2. Hauteur de l'épiderme supérieur égalant à peine le cinquième de l'épaisseur du mésophylle.

A. cathartica.

(Deux plantes extrêmement voisines, sinon identiques).

B. Mésophylle de 10-12 assises ; parenchyme spongieux composé de cellules polyaxes ; épiderme supérieur à cuticule pourvue de grosses et courtes stries vermiculées, à cellules hautes, égalant environ la huitième partie de l'épaisseur du mésophylle. Poils longs, cylindriques, aigus, lisses.

A. Schottii.

Dans les autres genres, l'épiderme supérieur est souvent assez volumineux pour jouer le rôle de magasin d'eau.

Dans le *Tabernæmontana* ses cellules ont jusqu'à 50 μ de hauteur, un peu moins chez le *Beaumontia* et le *Cerbera laurifolia*. Il se divise par endroits en deux assises dans l'*Echites peltata* et l'*Alstonia scholaris*.

Un hypoderme très bien développé existe, comme on sait, chez le *Nerium Oleander;* on le trouve quelquefois assez largement étalé des deux côtés des fortes nervures, où il se rattache au collenchyme sous-épidermique (*Cerbera laurifolia*, *Alstonia scholaris*).

La paroi externe de l'épiderme et respectivement la cuticule sont assez épaisses dans un grand nombre d'espèces (*Carissa*, *Nerium*, *Vinca minor*), et l'épaississement peut même s'étendre sur une partie des parois verticales (*Carissa sessiliflora* Ad. Brongn.).

Dans l'*Alstonia scholaris*, l'épiderme inférieur montre une particularité que j'ai déjà signalée plusieurs fois à propos d'autres familles; chaque cellule s'élève en son milieu en une papille environ deux fois plus longue que large, couverte de fortes stries cuticulaires longitudinales dont quelques-unes relient entre elles les différentes papilles en traçant sur l'épiderme un réseau à fils perpendiculaires aux cloisons épidermiques.

Les stomates sont ordinairement situés au niveau extérieur de l'épiderme, rarement un peu saillants; ils sont fortement saillants, mais cachés dans les cryptes bien connues chez le *Nerium Oleander*.

J'ai toujours trouvé le mésophylle bifacial, sauf dans le *Nerium Oleander;* les cellules en palissades sur une, deux ou trois assises, sont très variables et occupent depuis un huitième (*Echites*) jusqu'à la moitié de l'épaisseur du mésophylle, laissant ainsi un parenchyme spongieux plus ou moins volumineux suivant les espèces. Le degré de différenciation des palissades est également variable; les moins différenciées que j'aie vues appartiennent au *Cerbera Manghas*, où leur longueur atteint à peine les 3/2 de la largeur; les mieux différenciées au *Plumeria alba;* leur longueur y dépasse 6 fois la largeur et, disposées sur une seule assise, elles occupent près de la moitié de l'épaisseur totale.

17. — ASCLÉPIADÉES.

Poils unisériés, simples, rarement unicellulés. Stomates accompagnés de deux cellules parallèles à l'ostiole, rarement de trois cellules (type crucifère). Cristaux prismatiques simples ou mâclés ou agglomérés en oursins. Laticifères inarticulés dans le parenchyme fondamental. Faisceaux bicollatéraux.

Il n'y a aucune différence entre les Asclépiadées et les Apocynées. Non seulement tous les caractères rationnels qui m'ont servi à définir ces dernières, se répètent fidèlement chez les Asclépiadées, mais les irrégularités si singulières même que j'ai signalées chez les unes, existent également chez les autres, mais elles appartiennent toutes au genre *Stapelia*, parmi les huit genres que j'ai étudiés.

Chez le *Stapelia grandiflora*, les poils unicellulés sont cylindriques aigus, dilatés à la base, en une cellule plus grande que les cellules épidermiques environnantes, à parois longitudinales assez épaisses, lisses. Dans toutes les autres Asclépiadées étudiées, les poils sont unisériés (*Marsdenia*, *Tylophora*, *Asclepias*), à parois médiocrement épaissies et ornées de perles cuticulaires; ordinairement ils sont cylindriques-aigus, raides ou apprimés; sur les pédicules floraux et sur les nervures des feuilles du *Marsdenia erecta*, ils sont recourbés en crochet et leurs parois restent minces et délicates.

L'*Asclepia curassavica* présente à la face inférieure des poils composés de 4-6 cellules, dont la supérieure seule, plus large et plus longue que les autres, renflée vésiculeuse, conserve ses parois minces et lisses, sauf un petit épaississement local qui remplit le sommet obtus de ce poil. Une modification analogue a été observée sur le pétiole de l'*Hoya carnosa :* les dernières cellules des poils sont beaucoup plus longues et en partie plus larges que les autres, mais toutes paraissent à peu près également épaissies et ornées de perles cuticulaires.

Dans la majorité des cas l'appareil stomatique appartient au type rubiacé; les stomates sont accompagnés de deux cel-

lules latérales parallèles à l'ostiole. Toutes les fois que l'épiderme est onduleux, ces cellules tendent à prendre la forme des cellules épidermiques, mais elles restent toujours reconnaissables (*Periploca græca*, *Asclepias*, *Ceropegia*, etc.), à plus forte raison le sont-elles en cas d'un épiderme rectiligne (*Cryptostegia grandiflora*, *Ceropegia Sandersi*, *Tylophora lævigata*, *Marsdenia erecta*). Parfois, surtout dans les espèces charnues, les cellules accessoires subissent des divisions secondaires qui ne sont pourtant pas de nature à masquer le type auquel appartient l'appareil stomatique (*Ceropegia stapelioides*), mais dans l'*Hoya carnosa*, les deux cellules latérales glissent sous les cellules stomatiques et se dérobent, par conséquent, à l'observation, lorsqu'on se borne à regarder l'épiderme par sa face externe; en même temps les cellules avoisinantes subissent des divisions en général dirigées vers le centre du stomate.

Dans les *Stapelia* (tige et feuilles) les stomates se développent franchement d'après le type crucifère; ils sont entourés de trois cellules épidermiques qui peuvent subir des divisions concentriques (*St. bufonia*).

Ne connaissant la tribu des Stapéliées que par le seul genre *Stapelia*, il m'est impossible d'émettre un avis sur l'importance taxinomique des deux caractères tirés de la forme des poils et de celle de l'appareil stomatique; dans tous les cas, leur concomitance dans cette famille, contrairement à ce que nous avons vu chez les Apocynées, est très remarquable.

Les cristaux d'oxalate de chaux sont les mêmes que ceux des Apocynées, mais les agglomérations sont plus abondantes dans la feuille (*Tylophora*, *Asclepias*, *Hoya*).

Les laticifères et les faisceaux bicollatéraux sont les mêmes que chez les Apocynées.

Le pétiole ne renferme qu'un seul faisceau arqué, dépourvu de fibres mécaniques dans toutes les espèces étudiées, mais quelquefois accompagné de petits fascicules latéraux (*Ceropegia Gardneri*, *Tylophora lævigata*) : les éléments mécaniques paraissent être également rares dans la nervure médiane;

ce n'est en effet que dans l'*Hoya carnosa* que j'ai trouvé autour du faisceau des massifs fibreux très irréguliers et très irrégulièrement disposés (1).

VARIATIONS ÉPHARMONIQUES.

On sait que la famille des Asclépiadées renferme un grand nombre de plantes grasses ; c'est à cette allure végétative particulière que nous devons assurément l'uniformité assez grande qui règne dans la structure anatomique de toute la famille.

La xérophilie est exprimée d'abord par la carnosité ellemême, ensuite par l'épaississement de la cuticule (*Hoya*, *Ceropegia stapelioides*), par le dépôt de granules de cire sur la cuticule (*Stapelia*), par l'agrandissement des cellules de l'épiderme supérieur dont les parois verticales peuvent même devenir onduleuses et permettre des changements de volume considérables (*Cryptostegia grandiflora*), par l'apparition d'un hypoderme d'une seule (*Tylophora*) ou de deux assises de cellules (*Hoya*).

Quand à l'héliophilie, nous la trouvons très variable si nous la jugeons d'après le développement relatif du parenchyme en palissades. Il est clair que le mésophylle doit être centrique dans les feuilles très charnues (*Hoya*, *Ceropegia Sandersi*, etc.) ; ces cellules en palissades y sont très nombreuses, mais en revanche peu différenciées.

Parmi les feuilles franchement membraneuses, celle du *Marsdenia erecta* seule a montré une très légère indication de structure centrique, les cellules de l'assise inférieure étant plus hautes que larges ; dans tous les autres cas, le mésophylle est bifacial. Le plus communément, au-dessous d'un épiderme très

(1) J'ai négligé de parler, à propos des Apocynées, de la nature spéciale des fibres mécaniques; ici encore ces fibres ont un aspect et une structure particuliers qui permettent de les reconnaître. Nul doute que ces caractères, ainsi que beaucoup d'autres analogues, tirés par exemple de la nature de la paroi externe de l'épiderme, de la structure du grain de chlorophylle et du grain d'amidon, ne puissent un jour, dans beaucoup de cas, servir à faire reconnaître un groupe naturel.

développé, aquifère, on trouve une assise de palissades 3-6 fois plus longues que larges occupant environ un tiers de l'épaisseur totale, et, au-dessous, un parenchyme spongieux à grandes cellules. Chez le *Tylophora*, on trouve au-dessous de l'hypoderme, trois assises de cellules très serrées, mais à peine plus longues que larges et dont l'ensemble occupe environ le quart de l'épaisseur, le reste étant formé par un parenchyme spongieux très méatique. Le *Periploca græca* est l'espèce la plus héliophile qu'il m'ait été donné d'étudier; l'épiderme supérieur est assez grand et probablement aquifère, l'unique assise de palissades est composée de cellules environ huit et même neuf fois plus longues que larges, et occupe plus de la moitié de l'épaisseur totale du mésophylle. Dans le voisinage du faisceau de la nervure médiane, ces cellules, en subissant quelquefois une division tranversale, se courbent de manière à s'implanter d'une part, perpendiculairement sur l'épiderme, d'autre part, perpendiculairement sur le faisceau ou sur le parenchyme incolore qui se trouve au-dessus du faisceau.

Nulle part je n'ai vu ni fibres isolées dans les parenchymes, ni cellules scléreuses, sauf quelques cellules scléreuses cubiques, superposées en files, dans le parenchyme du pétiole de l'*Hoya carnosa*.

18. — LOGANIACÉES.

Je n'ai pu étudier que 8 espèces de cette famille, et dont 5 appartiennent au genre *Fagræa*, 1 à chacun des genres *Strychnos*, *Potalia* et *Buddleia*. La plupart de ces plantes étant glabres, l'un des caractères anatomiques les plus précieux fait défaut, et il résulte de la comparaison des autres, d'abord que le genre *Buddleia*, avec ses poils très particuliers, avec ses faisceaux simplement collatéraux, fait bien mauvaise figure à côté des vraies Loganiacées, à faisceaux bicollatéraux. De plus, les stomates du *Strychnos Nux vomica* répondent au type rubiacé, ceux des *Fagræa* et du *Potalia* au type crucifère. Cette famille nécessitera donc dès à présent trois descriptions séparées.

1. *Strychnos Nux vomica.* — Feuille trinerviée, membraneuse. Épiderme supérieur recticurviligne, à grandes cellules, à parois minces, glabre, à cuticule lisse, probablement chargé de la fonction de réservoir d'eau, sans stomates; épiderme inférieur plus curviligne, autrement semblable au supérieur; stomates acccompagnés de deux ou trois cellules parallèles à l'ostiole (type rubiacé), situés au niveau externe de l'épiderme. Mésophylle de 4 ou 5 assises, la supérieure en palissades, 4-6 fois plus longues que larges, occupant moins de la moitié de l'épaisseur totale; faisceaux des veinules entourés d'une forte gaine fibreuse, à liber interne (supérieur) beaucoup plus fort que le liber externe (inférieur). Nervure médiane : faisceau arqué à liber interne très développé, entouré d'une gaine fibreuse. Pétiole : 3 faisceaux séparés, à liber interne beaucoup plus volumineux que l'externe, chacun entouré d'une gaine fibreuse. Cristaux simples, prismatiques ou agglomérés, dans les parenchymes de la nervure médiane, simples, très abondants dans ceux du pétiole.

2. *Fagræa.* — Épidermes rectilignes ou curvilignes, à cellules toutes cristalligènes; cristaux aciculaires réunis en petites sphères, plus rarement octaédriques, en enveloppes de lettres ou prismatiques obliques, à cuticule lisse ou striée, le supérieur sans stomates. Stomates développés d'après le type crucifère. Hypoderme de 1-4 assises; mésophylle bifacial, à 2-4 assises de palissades, à cellules toutes cristalligènes. Faisceaux des veinules immergés, sans fibres mécaniques. Nervure médiane et pétiole : faisceaux épars, nombreux, à bois entièrement entouré de liber. Cellules scléreuses ramifiées dans le mésophylle et dans le parenchyme des grosses nervures et du pétiole.

Les espèces se distinguent aisément les unes des autres par des stries cuticulaires, très fortes à la face inférieure chez le *F. obovata*, nulles dans les autres espèces étudiées, par la composition de l'hypoderme : une seule assise chez le *F. obovata*, deux chez les *F. lanceolata* et *Zeylanica*, quatre

chez le *F. auriculata*, par la forme des cellules scléreuses et par la place qu'elles occupent dans le mésophylle.

3. *Potalia*. — Ce genre, qui ne se distingue guère des *Fagræa* que par ses fleurs tétramères (tandis qu'elles sont pentamères chez ces derniers), n'en diffère en aucune façon au point de vue anatomique, fait d'autant plus significatif que toutes les espèces du genre *Fagræa* appartiennent à l'Inde, à l'archipel malais, à l'Australie et à l'Océanie, tandis que l'unique *Potalia amara* croît au Brésil et à la Guyane. Le mésophylle ne renferme pas de cellules scléreuses, mais elles existent fort bien développées dans le parenchyme du pétiole. Cette différence n'a qu'une valeur spécifique. Les épidermes sont absolument semblables à ceux des *Fagræa* et le supérieur est cristalligène, de même que toutes les cellules parenchymateuses de la plante. Hypoderme de trois assises.

4. *Buddleia*. — A la face inférieure des feuilles, poils glanduleux, capités, à pied court unisérié, ordinairement bicellulé, à tête composée de deux cellules collatérales, souvent métamorphosés à la face inférieure, toujours à la face supérieure, en poils non glanduleux, chacune des deux cellules de la tête s'étant allongée horizontalement en deux longues cornes aiguës, à parois épaisses, de sorte que la tête tout entière prend la figure d'une croix à branches aiguës.

Chez le *B. diversifolia*, l'épiderme supérieur est rectiligne, à cuticule lisse, sans stomates, l'épiderme inférieur, onduleux à cellules toutes cristalligènes, contenant chacune une longue mâcle, souvent courbe, paraissant bifide aux deux extrémités. Nervure médiane : faisceau immergé, dépourvu de fibres mécaniques. Pétiole : faisceau arqué accompagné de deux petits fascicules latéraux, tous sans fibres.

Classe VIII. — POLEMONIALES.

19. — BORRAGINÉES.

(Pl. 14, fig. 1-4.)

Poils tecteurs unicellulés, ordinairement cystolithiques, souvent entourés à la base d'un ou de plusieurs rangs de cellules épidermiques également cystolithiques; poils capités à pied unisérié, à tête unicellulée. Stomates entourés de trois cellules: cellule mère spéciale naissant ordinairement à la suite de deux divisions inclinées. Cristaux nuls ou rarement (*Cordia*) oxalate de chaux amorphe. Laticifères et autres glandes internes nuls.

La famille des Borraginées est extrêmement homogène, au point de vue anatomique comme au point de vue organographique.

Suivant l'abondance plus ou moins grande du carbonate de chaux sécrété, les poils, toujours unicellulés, cylindriques, aigus, rarement obtus (*Caccinia*) ou plus courts, coniques, se remplissent à des degrés divers d'une trame chargée de carbonate (fig. 4). Ordinairement ce dépôt commence au sommet du poil, descend plus ou moins bas et se termine par un ménisque concave ou convexe. Les parois cellulosiennes sont assez épaisses, sauf dans les très petits poils coniques, lisses ou ornées de saillies cuticulaires. Les poils sont droits, raides, plus rarement courbes ou en crochet (*Trachystemon*); la forme courte, conique, coexiste souvent sur la même feuille avec la forme cylindrique; elle est souvent bien caractéristique, par exemple, dans le *Tournefortia heliotropioides*, où le poil très fin, subulé, rempli de matière cystolithique, est brusquement renflé à sa base en une ampoule presque sphérique, naturellement engagée dans l'épiderme.

Lorsque la sécrétion calcaire est très abondante, les cellules qui entourent la base du poil produisent également, dans leur angle interne et supérieur, un bourrelet cystolithique (*Pulmonaria*), ensuite un deuxième rang de cellules subit la même métamorphose (*Caccinia*) et enfin dans les *Cerinthe* (fig. 3), toute une plaque de contour arrondi, com-

posée d'un grand nombre de cellules épidermiques, constitue une véritable croûte cystolithique, divisée seulement par les parois verticales des cellules et qui, appliquée à la face interne de la paroi externe, descend plus ou moins bas dans les cavités des cellules épidermiques. A mesure que la sécrétion cystolithique s'étend ainsi sur les cellules épidermiques, le poil lui-même avorte; dans le *Caccinia* il est arrondi au sommet et beaucoup moins long que dans les espèces à poils ordinaires. Dans le *Cerinthe*, il se réduit à une cellule à peine saillante sous forme d'une pointe obtuse. Les plaques cystolithiques de ces dernières plantes sont parfaitement visibles à l'œil nu et n'ont pas échappé à l'examen des botanistes anciens : « *herbæ punctis tuberculosis exasperatæ.* »

Le genre *Cordia*, dont les caractères généraux cadrent fort bien avec ceux des Borraginées, présente pourtant à la face supérieure du limbe, à côté des grands poils unicellulés, d'autres poils, également unicellulés coniques et contenant, outre la masse cystolithique qui remplit la pointe, un vrai cystolithe semblable à ceux du Chanvre et du Houblon, attaché latéralement en haut par un pédicule assez fin et suspendu dans la grande cavité du poil à peu près comme un ovule anatrope dans une loge d'ovaire (fig. 1). Cette observation, qui a été faite sur le *Cordia ferruginea*, est loin de plaider en faveur du maintien de la famille des Cordiacées; en effet, j'ai trouvé des poils cystolithiques exactement semblables sur le stigmate si curieux du *Tournefortia angustifolia.*

Les poils capités, à tête unicellulée, à pied unisérié, ne sont pas fréquents; je les ai observés sur les feuilles du *Trachystemon orientale* et du *Pulmonaria saccharata.* Il est probable qu'on les trouvera en plus grand nombre sur les jeunes organes.

La forme de l'appareil stomatique est constante (fig. 2). Lorsque les cellules accessoires ne sont pas trop perdues dans l'épiderme onduleux, on croirait souvent voir (dans le cas de trois divisions préliminaires) un stomate crucifère; les stomates géminés, si fréquents chez les Crucifères, ne sont pas absolument rares ici (*Cerinthe*). La ressemblance avec

les Crucifères est d'autant plus grande que chez celles-ci les poils, également unicellulés, peuvent être simples et incrustés de carbonate de chaux, mais jamais, que je sache, au même degré que chez les Borraginées.

Dans un grand nombre de Borraginées, le *Cordia* non excepté, il existe une matière colorante soluble, rose saumoné, répandue dans certaines cellules épidermiques et dans certains poils, et qui peut servir à faire reconnaître la famille.

Quant à l'oxalate de chaux, je ne l'ai trouvé qu'à l'état pulvérulent, dans le pétiole du *Cordia ferruginea*.

Le pétiole est ordinairement peu différencié et présente par cela même de grandes variations de structure suivant le degré de différenciation. Dans le *Cordia*, il renferme un faisceau arqué et deux petits faisceaux latéraux, et la section du pétiole est arrondie, un peu aplatie en haut.

Le plus souvent (*Solenanthus*, *Caccinia*, *Omphalodes*, etc.), la section est très large, ou le pétiole est même ailé, et alors il contient, outre le faisceau médian, de chaque côté, un ou plusieurs, même un grand nombre de faisceaux, tantôt régulièrement décroissants, tantôt séparés par de petits fascicules intercalés entre les faisceaux principaux. Très fréquemment la feuille étant sessile, amplexicaule ou décurrente, il n'y a pas lieu de parler du pétiole. Il n'y a pas de fibres mécaniques bien développées, quoiqu'elles soient quelquefois (*Caccinia*) représentées par des éléments non épaissis; le collenchyme sous-épidermique lui-même, quand il existe, est peu différencié.

SUBDIVISION DE LA FAMILLE.

Seul l'appareil cystolithique pourra servir, je pense, à définir quelques genres; pour tout le reste, la famille est d'une homogénéité remarquable (1).

(1) D'après les quelques exemples que j'ai vus, on sera plus heureux en étudiant le grain de pollen dont la forme, assez constante, sinon tout à fait constante dans la grande masse de la famille, diffère, par exemple, chez les *Tournefortia* (non le *T. heliotropioides*) et chez les *Symphytum*.

VARIATIONS ÉPHARMONIQUES.

Elles se réduisent à bien peu de chose chez ces plantes, dont l'immense majorité disparaît de la surface du sol à la fin de la belle saison : mésophylle, bifacial ou centrique, stomates seulement à la face inférieure ou sur les deux faces; palissades plus ou moins différenciées, sur une, deux ou plusieurs assises : telles sont les modifications relatives à l'héliophilie; quant à la xérophilie, elle ne paraît être indiquée que par la densité plus ou moins grande du revêtement pileux et par un dépôt de cire dans quelques espèces. L'épiderme est rectiligne ou onduleux, mais il est même douteux que ce caractère soit constant chez des plantes adaptées à des conditions climatériques aussi éloignées des extrêmes.

20. — HYDROPHYLLÉES.

Poils mécaniques unicellulés cylindriques, ordinairement dilatés à la base, fortement chargés d'un dépôt cystolithique; poils capités à pied unisérié, à tête pluricellulée (*Phacelia*). Stomates entourés de plusieurs cellules épidermiques. Cristaux agglomérés, souvent nuls. Laticifères et autres glandes internes nuls.

La petite famille des Hydrophyllées se rattache très nettement aux Borraginées, même à tel point que la distinction anatomique peut devenir extrêmement difficile.

Le seul caractère qui me semble pouvoir aider à cette distinction, c'est que le stomate est entouré de plusieurs cellules épidermiques dont la disposition irrégulière ne permet pas de reconnaître le mode de développement, tandis que chez les Borraginées, le type crucifère est ordinairement fort apparent.

Les poils cystolithiques ne diffèrent pas essentiellement de ceux des Borraginées (*Phacelia*, *Nemophila*, *Hydrophyllum*). Chez le *Phacelia tanacetifolia*, la feuille en porte de deux espèces, les uns très grands, dilatés à la base, à fût presque entièrement rempli de la masse cystolithique, qui souvent forme même en bas une grosse saillie ombiliquée suspendue librement dans la cavité basilaire, les autres, sur les nervures

cylindriques, beaucoup plus fins, également remplis dans la partie supérieure d'une masse cystolithique qui s'arrête en bas par un bourrelet saillant, annulaire, qui simule une cloison transversale; au-dessous de ce bourrelet, il peut s'en former un second, quelquefois même un troisième ou un quatrième. Les poils capités n'ont été observés que sur le pétiole du *Phacelia*.

Lorsque le pétiole est suffisamment différencié, il renferme un faisceau arqué et de chaque côté, un (*Phacelia*) ou plusieurs faisceaux latéraux (*Hydrophyllum*). Dans l'*H. virginicum*, le faisceau médian est subdisjoint en trois faisceaux égaux et les trois fascicules latéraux soutiennent de chaque côté une petite aile foliacée.

Le mésophylle est bifacial avec une légère indication de structure centrique dans le *Phacelia*. Tantôt les stomates sont limités à la face inférieure (*Hydrophyllum*), tantôt répandus sur les deux faces.

Dans le *Nemophila maculata* ils sont beaucoup plus petits à la face supérieure qu'à la face inférieure. L'épiderme inférieur est onduleux dans toutes les espèces étudiées, le supérieur rectiligne chez le *Phacelia*, l'*Hydrophyllum*, et curviligne chez les *Nemophila maculata* et *sphaceloides*. Les cellules en palissades, peu développées, environ trois fois plus longues que larges chez les *Nemophila*, dénotent une héliophilie assez marquée chez le *Phacelia tanacetifolia*; elles y sont environ huit fois plus longues que larges, quelquefois divisées transversalement et occupent à peu près la moitié de l'épaisseur totale du mésophylle. Je n'ai vu aucun indice de xérophilie.

21. — SOLANACÉES.

(Pl. 14, fig. 5 à 9.)

Poils tecteurs simples, unisériés, très rarement unicellulés; poils glanduleux capités à pied unisérié, rarement plurisérié, à tête 1-∞-cellulée plus ou moins renflée, divisée transversalement et longitudinalement. Stomates développés d'après le type crucifère. Cristaux pulvérulents,

plus rarement simples, prismatiques ou agglomérés en oursins. Faisceaux bicollatéraux. Laticifères et autres glandes internes nuls.

Les poils tecteurs sont très constants (fig. 8), composés d'une file de cellules dont l'ensemble affecte une forme variable, ordinairement cylindrique, aiguë ou arrondie au sommet, rarement renflée au milieu, telle qu'on la trouve, mêlée à d'autres formes, à la face supérieure de la feuille du *Nicandra physalodes*. Souvent ces poils cylindriques sont courbés en crochet ou plusieurs fois tordus, vermiformes; leur paroi est lisse ou ornée de perles cuticulaires.

Dans une seule espèce de *Schizanthus*, de la tribu des Salpiglossidées, j'ai trouvé des poils unicellulés, coniques, aigus, mais assez courts pour que cette exception, d'autant plus curieuse que les Scrofularinées présentent également des poils unisériés, puisse trouver une explication naturelle dans la réduction extrême des dimensions du poil.

Les poils glanduleux sont plus variables; le plus souvent ils consistent en un pied unisérié, plus ou moins allongé, et en une tête glanduleuse, formée par une cellule, par plusieurs cellules superposées peu ou point renflées (*Nicotiana*, fig. 5, *Physalis*, face interne du calice), ou par un complexus de cellules plus ou moins nombreuses. Quant au pied, je l'ai trouvé, d'un côté, très réduit, unicellulé, sur les très jeunes feuilles du *Fabiana imbricata;* d'un autre côté au moins bisérié, surmonté d'une volumineuse tête obovale apiculée, colorée en violet foncé sur les sépales du *Schizanthus* déjà cité. On sait d'ailleurs que les poils glanduleux ont une tendance générale à s'hypertrophier sur le calice, et de plus ces énormes poils glanduleux y sont mêlés à la forme normale.

Seul, jusqu'à présent, le *Solanum macrophyllum* (fig. 9) porte des poils à pied plurisérié, couronné de rayons allongés, unicellulés au nombre de 2 à 8, dont un, lorsque ces rayons sont assez nombreux, est dirigé verticalement et dont les autres s'étalent dans un plan horizontal. Il me paraît logique d'admettre que cette forme provient de poils capités dont la tête,

détournée de ses fonctions ordinaires, s'est chargée de fonctions mécaniques ou plutôt physiques.

Il sera utile de dire enfin quelques mots des modifications que ces petits organes subissent, lorsqu'ils se trouvent sur la corolle et les organes sexuels de la fleur au lieu de naître sur les feuilles ou sur la tige.

La corolle du *Solanum macrophyllum* est pourvue de petits poils unisériés dont le dernier article est relativement allongé et l'avant-dernier souvent accru en forme de branche latérale. La même modification s'observe sur le style du *Withania origanifolia*, mais c'est dans le tube de la corolle de cette même plante qu'on peut voir jusqu'où peut aller cette altération de la forme primitive. Les poils y sont très longs, à parois minces et délicates, et plusieurs de leurs cellules produisent des ramifications elles-mêmes unisériées et qui peuvent se ramifier à leur tour.

Le mode de développement des stomates paraît être absolument constant. La cellule mère spéciale se forme à la suite de une, deux ou de plusieurs divisions inclinées les unes sur les autres (fig. 8). Souvent la disposition des cellules accessoires est encore parfaitement reconnaissable sur la feuille adulte (*Jaborosa integrifolia*, *Withania origanifolia*, *Solanum nigrum* et autres espèces du même genre, etc.); d'autres fois, au contraire, ces cellules se perdent parmi les cellules environnantes.

L'oxalate de chaux affecte le plus souvent la forme d'un sable amorphe, dont les grains présentent ordinairement un contour triangulaire; mais non seulement ce sable est parfois accompagné de cristaux simples ou agglomérés ou remplacés par eux, mais encore la même plante paraît pouvoir tantôt précipiter l'oxalate sous la forme pulvérulente, tantôt le faire cristalliser. C'est ainsi que je m'explique le désaccord survenu au sujet de l'*Hyoscyamus albus*, dans lequel j'ai trouvé en 1874 des cristaux simples ou diversement modifiés; M. Aser Poli (1) a nié cette différence entre la plante en question et les

(1) Aser Poli, *I cristalli di ossalato calcico nelle piante*, p. 19. L'auteur

autres Solanées, mais lui-même cite d'autres espèces qui offrent soit des agglomérations cristallines (*Grabowskia boerhaviæfolia*), soit des cristaux de forme définie en même temps que le sable (*Solanum hæmatocarpum*).

En 1879, j'ai observé du sable amorphe dans l'*Hyoscyamus albus;* sans vouloir exclure la possibilité d'une erreur d'étiquette, je ne serais pas fort étonné d'une certaine inconstance sous ce rapport. Les exceptions sont en effet nombreuses. Les cristaux simples ont été rencontrés dans le parenchyme des nervures du *Nicandra physalodes;* les agglomérations en oursin abondent dans le mésophylle des *Withania origanifolia* et *frutescens*, du *Physalis Alkekengi*, des cristaux agglomérés, des prismes diversement modifiés et agglomérés et d'autres formes encore, concurremment avec le sable tétraédrique dans le parenchyme du pétiole du *Datura Stramonium*, les cristaux simples ou composés dans la moelle du *Salpiglossis sinuata* (1).

Les faisceaux bicollatéraux sont constants et constituent un caractère essentiel pour la distinction des Solanées et des Scrofulariées. D'ailleurs, aussi bien développés dans la feuille que dans la tige, ils ne peuvent donner lieu à aucune méprise.

Le pétiole ne renferme ordinairement qu'un seul faisceau accompagné ou non de deux petits faisceaux latéraux, et ordinairement dépourvu de fibres mécaniques, tandis que ces fibres apparaissent souvent dans la nervure médiane, au-dessus et au-dessous du faisceau. La forme de la section du pétiole et la distribution des différents tissus, assimilateur et collenchymateux, varient assez pour fournir dans la suite des caractères spécifiques.

Tantôt le parenchyme assimilateur passe sans altération par-

n'a pas trouvé de cristaux dans le *Nicotiana rustica*, j'ai, au contraire, observé du sable cristallin dans les nervures de cette plante.

(1) Cette plante présente, en outre, quelques anomalies intéressantes. Le pollen est composé de quatre grains qui forment autant de saillies coniques obtuses, et peut être comparé le mieux à celui des Éricacées; l'embryon, d'ailleurs de même forme que celui des Solanées vraies, est fortement coloré en violet.

dessus le faisceau de la nervure médiane, ce qui fait que l'épiderme tout entier de la face supérieure peut être enlevé, pour ainsi dire, en un seul lambeau, tantôt il y est remplacé par du collenchyme plus ou moins différencié.

VARIATIONS ÉPHARMONIQUES.

Considérée dans ses représentants vivants que nous cultivons dans nos jardins botaniques, la famille des Solanées est très homogène sous ce rapport.

Le système mécanique le mieux développé a été observé dans les grandes feuilles du *Jaborosa integrifolia*, où le faisceau principal du pétiole lui-même est entouré d'une gaine fibreuse presque continue et où les nervures même assez faibles sont soutenues par deux massifs fibreux situés respectivement au-dessus et au-dessous du faisceau à liber double.

Les bords de la feuille du *Solanum glaucophyllum* sont soutenus par du collenchyme.

Le mésophylle est bifacial ou centrique (*Withania frutescens*, *Solanum glaucophyllum*, et surtout le curieux *Fabiana imbricata*, dont les feuilles ont quelque analogie (1) avec celles de certains *Tamarix*).

Les formes intermédiaires, subcentriques, ne sont pas rares (*Nierembergia*, *Jaborosa*, etc.). L'héliophilie, exprimée par le degré de différenciation des palissades, varie beaucoup, mais il serait inutile d'en citer ici plusieurs exemples. C'est à peine si l'assise supérieure du mésophylle du *Scopolia orientalis* s'allonge suffisamment pour former des palissades deux fois plus longues que larges, tandis que le *Withania frutescens*, l'espèce la plus héliophile qu'il m'ait été donné d'examiner, présente à la face supérieure des palissades souvent huit fois

(1) Je ne suis pas d'avis de prodiguer le qualificatif d'*éricoïde* ainsi qu'on le fait dans les ouvrages descriptifs. Au point de vue anatomique, la feuille des Bruyères est construite d'une manière très particulière, bien distincte de ce que nous trouvons dans le *Fabiana*, et cette structure est assez répandue dans plusieurs familles pour qu'il n'y ait aucun inconvénient à restreindre, autant que possible, le sens du mot *éricoïde*.

plus longues que larges, et d'autres à la face inférieure dont la longueur dépasse le quadruple de la largeur; le tissu en palissades y occupe plus des deux tiers de l'épaisseur totale du mésophylle.

Quant à la xérophilie, je ne vois rien de bien particulier; la cuticule est en général mince, même lorsque la paroi externe de l'épiderme est épaisse; dans ce cas celle-ci paraît être de nature collenchymateuse; les cellules stomatiques ne quittent guère le niveau externe de l'épiderme; seuls les poils abondants dans quelques espèces et, dans le *Solanum glaucophyllum*, un revêtement cireux en corpuscules vermiformes, paraissant destinés à modérer la transpiration. Je n'ai rencontré aucun organe auquel on pût attribuer les fonctions de réservoir d'eau.

SUBDIVISION DE LA FAMILLE.

D'après les observations que j'ai faites, l'anatomie de la feuille ne fournit aucun moyen rationnel de diviser la famille en tribus et en genres. Seule l'espèce pourra être définie anatomiquement et cela par les caractères épharmoniques.

On ne sera probablement pas beaucoup plus heureux en étudiant l'anatomie du testa (1) et du grain de pollen. Sauf ce singulier cas que j'ai cité au sujet du *Salpiglossis*, j'ai trouvé partout des grains de pollen à trois plis qui ne différaient que par leur taille et par la nature de leur surface, ordinairement lisse, quelquefois grossièrement striée (*Datura Metel*, *Nierembergia frutescens*) ou pointillée (*Nicotiana auriculata*, *Vestia lycioides*, *Habrothamnus fasciculatus*), tous caractères qui du moins ici ne me paraissent même pas avoir une valeur générique.

22. — SCROFULARINÉES.

Poils tecteurs unisériés, simples, rarement ramifiés (*Verbascum*), rarement unicellulés; poils glanduleux capités, à pied unisérié, à tête

(1) Voy. Lohde, *Samenschalen der Portulaceen, Balsamineen, Oxalideen*, etc. (*Bot. Jahresb.*, 1874, p. 502).

1-∞-cellulée, la tête pluricellulée composée d'une hypophyse et de cellules terminales résultant uniquement de divisions verticales, rarement subsessiles ou en écusson (*Gratiola*). Stomates développés d'après le type crucifère, entourés, sur la feuille adulte, de trois cellules ou de plusieurs cellules irrégulièrement disposées. Cristaux prismatiques, en lames, octaédriques ou aciculaires, jamais sable cristallin, rarement agglomérations, ordinairement nuls. Faisceaux simplement collatéraux. Laticifères et autres glandes internes nuls.

Les poils tecteurs font souvent défaut, de sorte que les plantes prennent ordinairement un aspect franchement glanduleux. La forme la plus commune est le poil simple unisérié, à parois peu épaissies, lisses ou ornées de saillies cuticulaires variées (*Veronica*, plusieurs espèces, *Digitalis*, *Stemodia*, *Zaluzianskia*, *Paulownia*, *Calceolaria*, etc.). Dans un certain nombre de cas il reste très court, conique et unicellulé. Je puis citer à ce sujet surtout deux plantes, appartenant à deux tribus différentes, le *Collinsia grandiflora* et le *Linaria marocana*. Dans la première, ils semblent implantés au milieu de la commissure entre deux cellules épidermiques et tellement refoulés en dehors qu'on les croirait appliqués sur l'épiderme. Dans le *Linaria* ils occupent le plus souvent le point de jonction entre trois cellules épidermiques. Dans tous deux ils ne dépassent pas les proportions de petites papilles robustes ornées de perles ou de stries cuticulaires, et qui semblent résulter du développement anormal d'une cellule mère de stomate de degré quelconque; nous avons déjà rencontré un fait analogue; mais il y a des exceptions plus graves dans cette famille : chez les plantes de la tribu si bien caractérisée des Euphrasiées, ces poils simples manifestent une tendance très nette à rester unicellulés, et cela tient, il me semble, à un fait d'adaptation bien curieux : ils deviennent souvent cystolithiques, à la manière de ceux des Borraginées, la cavité unique du poil conique se remplit plus ou moins complètement d'une trame incrustée de carbonate de chaux, et le même phénomène se produit souvent (*Odontites*) dans les cellules épidermiques qui entourent la base du poil, fait connu

depuis longtemps chez les Borraginées et chez quelques Verbénacées.

Nous savons par l'observation que la matière cystolithique, lorsqu'elle ne prend pas une forme déterminée, commence par remplir le sommet du poil; la forme unicellulée sera donc plus apte à recevoir le dépôt de carbonate de chaux que toute autre, et, en effet, à ma connaissance tous les poils cystolithiques observés jusqu'à ce jour sont unicellulés.

Si nous nous adressons maintenant au *Melampyrum arvense*, nous assistons pour ainsi dire à la lutte entre la forme héréditaire du poil et le développement des cystolithes. A la face inférieure les poils sont assez allongés, bicellulés, à parois médiocrement épaissies, la cellule supérieure ne renferme pas de carbonate de chaux saillant vers l'intérieur, mais la cellule inférieure porte vers le milieu de sa hauteur un bourrelet volumineux plus épais en bas qu'en haut. A la face supérieure ces poils sont plus courts, plus larges, coniques, toute la paroi semble incrustée de carbonate, et au-dessous de la cloison transversale on trouve une volumineuse masse cystolithique descendant librement dans la cellule. Il est bien entendu que je viens de décrire deux quelconques des poils observés, et que bien des variations peu importantes peuvent se présenter.

Dans le *Rhinanthus hirsutus* (exemplaire cultivé) je n'ai pas vu de dépôt cystolithique immédiatement appréciable; les poils sont ordinairement composés de deux cellules, dont la supérieure longue, conique, l'inférieure courte et discoïde; sur le calice, où les poils mécaniques conservent des parois très minces et délicates et ne deviennent certainement pas cystolithiques, ils sont unisériés, pluricellulés (1).

Il me reste enfin à signaler la présence de robustes poils simples unicellulés sur les feuilles du *Pentstemon ovatus*. J'ai négligé de voir s'ils sont cystolithiques.

Les poils rameux des *Verbascum* dérivent nettement des

(1) Cette explication paraîtra d'autant moins étrange qu'elle s'imposera également dans la famille des Verbénacées, caractérisée, comme celle-ci, par des

poils unisériés; ils résultent de l'excroissance latérale de certaines cellules quelconques, refoulées ensuite vers l'extérieur; souvent ces cellules sont toutes réunies au sommet d'un pied 1-pluricellulé, d'autres fois on trouve les ramifications distribuées sur toute la longueur du poil; peut-être y a-t-il dans le premier cas transformation d'un poil capité.

Les poils glanduleux varient plutôt quant au degré de développement que quant à leur nature; souvent ils sont très petits, subsessiles, et alors on ne sera pas surpris de trouver leur pied, typiquement unisérié, réduit à un petit nombre de cellules ou même peut-être à une seule cellule. Sur les organes végétatifs la tête est souvent réduite à deux cellules collatérales (*Pentstemon*, *Collinsia grandiflora*, où les deux cellules, assez allongées, sont fortement divergentes, *Scrofularia*, concurremment avec des poils plus compliqués, *Freylinia*, *Odontites*, etc.).

Quel que soit le nombre des cellules, elles forment toujours un seul plan, leur ensemble prend la forme d'une tête arrondie imposée sur une hypophyse qui se distingue souvent par son contenu réfringent (peut-être du tanin) ou chlorophyllien, et qui peut souvent faire saillie dans la tête à la manière de la columelle d'un sporange de *Mucor* (calice du *Maurandia semperflorens*). Il n'y a d'ailleurs aucune relation entre le volume et la composition de la tête et la longueur du pied. Tel pied très allongé du *Paulownia imperialis*, du *Linaria origanifolia*, etc., ne se termine que par deux cellules sécrétrices, tandis que la tête discoïde pluricellulée du *Gratiola officinalis* est presque sessile et ressemble au poil en écusson des Oléacées.

Quant à la distribution de ces formes, tantôt simples, tantôt compliquées sur la même plante, il y a lieu de distinguer deux cas : ou bien la même espèce porte des poils glanduleux très variés, ou bien le nombre des cellules de la tête est constant dans la même espèce. Je n'ai trouvé que des poils à tête bicellulée sur l'*Odontites rubra*, tandis que la tête est

poils unisériés, qui sont remplacés par des poils unicellulés lorsqu'ils doivent devenir cystolithiques.

quadricellulée dans le *Melampyrum arvense*, et que le *Rhinanthus hirsutus* présente à la fois les deux formes. Il est vrai que ces faits, d'une importance assez considérable, ne pourront être précisés que par des recherches plus étendues.

On a signalé, il y a quelques années, des poils glanduleux particuliers, propres aux Euphrasiées, et qui, paraît-il, sécrètent une matière sucrée; ces poils, qui abondent à la face inférieure des feuilles de ces plantes, forment une saillie hémisphérique (*Odontites*, *Melampyrum*, ou hémiellipsoïde *Rhinanthus*) composée de plusieurs (4) cellules disposées suivant les méridiens de ce corps.

Il me reste quelques mots à dire au sujet des intéressantes modifications que subissent les différents poils sur les organes non foliacés de la fleur. Partout se fait sentir la tendance à réduire le poil à une seule cellule. Dans le tube de la corolle de l'*Antirrhinum rupestre* les poils non glanduleux, disposés sur deux lignes, deviennent tri-bicellulés et les cellules sont souvent renflées au-dessus de la cloison; sur la gorge ils sont même unicellulés et parfois renflés en massue au sommet; les parois sont ornées de fortes stries cuticulaires dirigées suivant une spirale très allongée.

Les longs poils violets qui garnissent les filets des étamines du *Verbascum Blattaria*, sont unicellulés, cylindriques ou renflés en massue au sommet, ornés de fines stries cuticulaires. La base des filets des étamines et le tube de la corolle du *Maurandia* portent de longs poils unicellulés aigus à paroi finement spiralée, tandis que le connectif des étamines est garni de poils capités normaux.

Des poils unicellulés cylindriques se trouvent encore à la gorge de la corolle du *Nycterinia* (*Zaluzianskia*) *selaginoides*; ils renferment une matière jaune granuleuse, tandis que les papilles épidermiques de la corolle sont chargées au même endroit d'une matière jaune liquide. La forme la plus aberrante a été observée dans le tube de la corolle du *Linaria origanifolia*; là, parmi des poils unicellulés, cylindriques, arrondis au sommet, on en trouve d'autres, également unicellulés,

réniformes, attachés par le milieu de leur concavité, étroitement appliqués sur l'épiderme, ornés de perles cuticulaires et présentant quelque analogie avec les poils contenus dans l'éperon de la corolle des *Lonicera*.

Sur la corolle de l'*Odontites rubra*, les poils unicellulés, allongés, ornés de perles cuticulaires, sont alternativement dilatés et étranglés. Sur les anthères de la même plante on trouve à la base de nombreux poils unicellulés, fusiformes obtus, un peu irréguliers, et aux sommets rapprochés de 4 anhères, des poils très curieux qui existent également chez les autres Euphrasiées, unicellulés, portant une foule d'excroissances en forme de vessies engrenées les unes dans les autres et qui produisent l'adhérence des anthères.

Le mode de développement des stomates est constant, mais le plus souvent les cellules accessoires de l'appareil stomatique se perdent si complètement au milieu des cellules épidermiques environnantes qu'on ne le reconnaît que rarement sur la feuille adulte : le stomate y apparaît entouré de trois ou de plusieurs cellules disposées sans ordre.

Les cristaux d'oxalate de chaux sont rares dans la famille des Scrofularinées, contrairement à ce qui s'observe chez les Solanacées. Je n'en ai trouvé que dans deux espèces ligneuses, le *Paulownia imperialis* et le *Freylinia lanceolata*. La première de ces plantes les renferme en abondance dans les parenchymes des fortes nervures et du pétiole ; ce sont des lames rhomboïdales ou rectangulaires, des enveloppes de lettres ou des octaèdres plus allongées. Le *Freylinia* les présente dans les deux épidermes de la famille ; ils y ont la même forme, mais ils y sont mêlés à une multitude de petits cristaux aciculaires. Ainsi, loin de rapprocher les Scrofulariées des Solanées, les cristaux indiquent, au contraire, une liaison avec les Bignoniacées, les Gesnéracées et familles voisines.

Le pétiole renferme ordinairement un seul massif fibrovasculaire accompagné de chaque côté d'un ou de plusieurs fascicules latéraux, tous sans éléments mécaniques proprement dits. Les dimensions des feuilles étant le plus souvent

médiocres, le faisceau de la nervure médiane présente même généralement un contour arrondi, entouré d'un endoderme très apparent.

La forme en croissant apparaît nettement dans le pétiole des *Verbascum*, et dans ces plantes à grandes feuilles, les faisceaux latéraux eux-mêmes tendent à prendre cette forme, chacun individuellement. Les choses sont poussées plus loin dans le *Paulownia imperialis*, où les faisceaux du pétiole sont unis en un anneau complet. Les fibres mécaniques bien développées n'ont été rencontrées qu'au-dessus et au-dessous du faisceau des nervures du *Freylinia lanceolata*.

Variations épharmoniques.

A part les quelques espèces appartenant à un type végétatif spécial, comme le *Russelia juncea*, il y a peu de chose à dire à ce sujet : palissades plus ou moins bien différenciées, plus ou moins nombreuses, épiderme ordinairement onduleux, à cuticule peu épaissie, stomates sur les deux faces ou sur une seule, quelques espèces à structure semi-aquatique (*Veronica* sp., *Gratiola*, etc.) caractérisées par leurs parenchymes méatiques et souvent par leurs épidermes chlorophyllifères. Au milieu de tous ces types épharmoniques peu caractérisés, je trouve isolé le *Freylinia lanceolata*, à épidermes recticurvilignes, épaissis en dehors et jusqu'au tiers supérieur ou à la moitié des parois latérales.

Subdivision de la famille.

Si on excepte les *Euphrasiées*, ancienne famille des *Rhinanthacées*, caractérisée par ces poils de nature particulière dont il a été question et dont la présence pourrait bien dépendre uniquement d'un phénomène d'adaptation au milieu animé, l'anatomie non seulement ne permet pas de nouvelles divisions, mais ne permet même pas de confirmer celles qui reposent sur les caractères organographiques. Je ne parle que de l'anatomie de la feuille, mais je doute qu'on soit plus heureux en étudiant la tige.

Dans tous les cas étudiés, j'ai trouvé le pollen pourvu de trois plis longitudinaux, mais l'anatomie du testa paraît devoir fournir des indications précieuses.

23. — GESNÉRACÉES.

(Pl. 14, fig. 10 à 14.)

Poils tecteurs unisériés, poils glanduleux capités, à pied unisérié, à tête 2-pluricellulée, cloisonnée suivant les méridiens, rarement également dans le sens transversal. Stomates formés d'après le type crucifère; cellule mère née après deux ou plusieurs divisions inclinées les unes sur les autres; forme primitive de l'appareil stomatique ordinairement reconnaissable sur la feuille adulte. Cristaux en lames rectangulaires parallélogrammes ou aciculaires, octaédriques carrés ou agglomérés à éléments aigus; faisceaux simplement collatéraux. Laticifères et autres glandes internes nuls.

Au point de vue anatomique les Gesnéracées ne diffèrent des Scrofularinées par aucun caractère rationnel. La forme des poils y est même plus constante que dans cette famille. La présence, à ce qu'il paraît, générale des cristaux peut servir à établir un diagnostic à peu près certain. Mais ce caractère n'est rien moins que rationnel, et d'autres particularités, tirées des allures épharmoniques très particulières de la famille des Gesnéracées, peuvent servir à établir une distinction certaine. C'est ainsi que peuvent s'expliquer les divergences d'opinion qui se sont produites à différentes époques au sujet d'une longue liste de genres flottant entre les Gesnéracées et les Scrofularinées et notamment, pour ne parler que de ceux que j'ai pu observer vivants, du genre *Ramondia* et des Orobanchées.

Les poils tecteurs toujours unisériés dans les espèces que j'ai étudiées sont soumis à peu de variations. Leurs parois sont assez robustes (fig. 19), ordinairement lisses, les cellules sont souvent un peu renflées dans le voisinage des cloisons transversales. Dans bon nombre d'espèces la cellule terminale aiguë ou les deux ou plusieurs cellules terminales sont entièrement ou presque entièrement sclérifiées (*Gesnera*, *Rhytidophyllum*, etc.). Dans un grand nombre d'espèces les

cellules de ces poils se chargent d'un liquide coloré, rouge ou bleu, au milieu duquel on voit même souvent un amas de la matière colorante solide en excès (*Gesnera zebrina*, var. *fulgens*), de sorte que les poils ne contribuent pas peu à l'aspect agréable des feuilles. La matière colorante n'est pas nécessairement la même dans toutes les cellules d'un même poil; j'en ai vu sur le *Gesnera* déjà cité, dont la cellule terminale, sclérifiée, était incolore, la deuxième rouge et les autres bleues.

Dans quelques espèces ces poils sont implantés au milieu de deux ou plusieurs, quelquefois de nombreuses cellules épidermiques saillantes (*Gesnera longifolia*, *Moussonia elegans*, *Episcia Luciani*, etc.).

Les poils glanduleux ne diffèrent pas de ceux des Scrofularinées. Le pied est plus ou moins allongé, composé d'un nombre variable de cellules. La tête est 2-∞-cellulée et de même que chez les Scrofularinées, les divisions se font suivant le méridien, c'est-à-dire verticalement (fig. 18 et 14). Ce n'est que par accident que j'ai vu quelques divisions transversales; par exemple sur la corolle du *Columnea erythrophæa*, dans un de ces longs poils remplis d'une matière colorante rouge liquide, terminé par une tête divisée, suivant l'équateur, en deux moitiés dont l'inférieure était partagée verticalement en quatre et la supérieure en huit cellules; quelquefois ils sont subsessiles ou même cachés dans des enfoncements cratériformes de l'épiderme (*Æschinanthus pulcher*). On rencontre fréquemment des poils très courts dont la tête n'est composée que de deux cellules divergentes (*Chirita sinensis*, *Moussonia*, *Gesnera* sp., d'autres à tête quadri-pauci-cellulée (*Nematanthus*, *Episcia*, *Sciadocalyx*, *Columnea Schiedeana*, *Æschinanthus* (2-4 cellules, etc.). Il est clair qu'on pourra tirer de ces différences des caractères spécifiques, peut-être même subgénériques. Je n'ose pas, quant à présent, me prononcer plus catégoriquement à ce sujet, parce que ces plantes, abondamment cultivées dans les serres et recherchées des amateurs, pourraient bien porter souvent des noms spécifiques inexacts.

Dans quelques Gesnéracées, notamment du genre *Rhytidophyllum*, le pouvoir sécréteur de ces poils est vraiment extraordinaire, au moins comparable à celui des poils des *Cistus*. Les feuilles du *Rh. crenatum* sont absolument visqueuses et les poils englobés dans une sorte de baume jaunâtre.

La cellule mère spéciale du stomate naît le plus souvent à la suite de trois divisions inclinées les unes sur les autres (type crucifère); quelquefois le nombre de ces divisions est beaucoup plus considérable, par exemple chez le *Columnea Schiedeana*. Il est rare que le mode de développement ne soit pas facilement reconnaissable sur la feuille adulte, même dans le cas d'un épiderme onduleux, comme celui des *Gesnera longifolia* et *zebrina*, du *Moussonia* (*Isoloma*) *elegans*, du *Tidæa gigantea*, etc. Très souvent les cellules accessoires de l'appareil stomatique ne participent pas à l'altération de la forme que subissent les cellules épidermiques environnantes, et constituent, au milieu de celles-ci, un ensemble tout à fait disparate, ensemble dont les dimensions souvent ne dépassent pas la surface d'une cellule épidermique ordinaire (*Æschinanthus pulcher*, *Chirita sinensis*). Cette particularité facilitera la distinction entre les Gesnéracées et les Scrofularinées; cependant il faut bien reconnaître qu'elle n'est pas propre à entrer dans les caractéristiques rationnelles de ces deux familles.

On ne peut guère émettre autre chose qu'une hypothèse au sujet de la cause de cette différence accidentelle entre deux familles si voisines. Voici, à ce sujet, quelques réflexions qui méritent peut-être d'être examinées de plus près.

Je suppose, ce qui est au moins très souvent le cas, que lorsque l'appareil stomatique commence à se développer, la cellule mère primordiale ne diffère guère des autres cellules épidermiques; mais, lorsque des divisions se sont établies, un nouvel équilibre entre les cellules épidermiques devient nécessaire, et alors, de deux choses l'une, ou bien les cellules épidermiques n'ont pas encore perdu leur plasticité, elles s'arrangent pour ainsi dire avec les cellules accessoires des

stomates qui s'accroissent, changent de forme et se perdent insensiblement parmi les cellules ordinaires, ou bien, au moment où l'appareil stomatique n'est pas encore achevé, l'épiderme a acquis sa forme et sa consistance définitives, et alors l'appareil stomatique enclavé dans des cellules rigides, ne peut plus s'étendre que faiblement ou même point du tout, et les cellules accessoires, ne changeant ni de forme, ni de position, laissent facilement reconnaître le mode de développement du stomate.

Il s'agit donc de rechercher à présent sous quelles influences l'épiderme est amené plus ou moins rapidement à son état définitif. Il est clair que ces influences, il faut les rechercher dans la sécheresse de la terre, de l'air et dans l'intensité de l'éclairage.

Or toutes les Gesnéracées sont des plantes des pays chauds, et ce serait une erreur de croire qu'elles sont pour la plupart hygrophiles. Nous pourrons nous appuyer ici sur quelques rapprochements.

Je trouve les cellules accessoires perdues au milieu des cellules environnantes (quoiqu'elles soient encore reconnaissables), dans les espèces suivantes :

Tidæa gigantea, *Moussonia elegans*, *Gesnera zebrina* et *longifolia*, *Rhytidophyllum crenatum*.

Je les trouve au contraire beaucoup plus petites que les cellules environnantes, dans les espèces suivantes :

Chirita sinensis, *Æschinanthus pulcher* et *grandiflorus*, *Nematanthus Guilleminianus*, *Columnea Schiedeana*.

Or *aucune* des espèces de la première catégorie ne possède un hypoderme, quoiqu'elles soient quelque peu xérophiles, ce que nous reconnaissons au développement de l'épiderme supérieur et du système pileux, et *toutes* les espèces de la seconde catégorie sont pourvues d'un hypoderme volumineux (1).

(1) Il est à peine nécessaire de dire que je n'ai pas choisi les plantes énumérées ci-dessus. Au contraire, je n'ai laissé en dehors de la liste aucune Gesnéracée dont j'aie noté l'appareil stomatique. Si la liste n'est pas longue, c'est que cette étude a été faite en hiver et que je ne disposais pas des espèces à tige annuelle.

Il y a donc quelque apparence pour que la cause qui a fait apparaître l'hypoderme, ait également influé sur la particularité en question de l'appareil stomatique; cette cause, c'est l'activité de la transpiration et par suite, la rapidité de l'évolution organogénique de l'épiderme.

Les cristaux d'oxalate de chaux sont très généralement répandus, peut-être même constants. Ce sont des octaèdres très plats (enveloppes de lettres) ou des octaèdres plus hauts, plus souvent des lames rhomboïdales, en parallélogrammes ou rectangulaires, simples ou mâclés en fer de lance, des bâtonnets et des cristaux aciculaires non orientés, parfois exagérés jusqu'à l'état de raphides (*Gesnera zebrina*), plus rarement des agglomérations de cristaux aigus, peut-être aciculaires (1).

Ces diverses formes sont fréquemment réunies dans la même plante, et se rencontrent souvent dans toutes les cellules encore vivantes, de parties très étendues de tissu.

Le meilleur moyen de bien saisir l'aspect spécial, plus facile à comprendre qu'à décrire, de ces réunions de cristaux, c'est de les examiner sur une préparation. Quand on les aura vues une fois, on les reconnaîtra aisément partout et cela nous suffira au point de vue de l'anatomie systématique en attendant des études cristallographiques plus approfondies, études dont la difficulté me semble hors de proportion avec le résultat à acquérir.

Les faisceaux du pétiole, toujours dépourvus de fibres mécaniques, se rangent en un arc largement ouvert, mais dans tous les cas observés, quelques-uns, parfois même un grand

(1) Cet ensemble de formes cristallines est commun à toute une série de familles gamopétales. Il serait difficile d'expliquer la concomitance de cristaux si différents, mais je suis convaincu que la difficulté n'est qu'apparente et tient à notre ignorance de la nature cristalline exacte. Ces lames rectangulaires, par exemple, n'en sont pas au point de vue cristallographique, car les cristaux sont plus épais au milieu qu'aux deux extrémités, ils sont souvent brisés de manière à représenter vaguement la forme d'un Z très allongé ou d'un zigzag très ouvert, d'un nombre variable de jambages, deux faits qui sont incompatibles avec un système prismatique droit; de plus, les extrémités, c'est-à-dire les petits côtés, forment souvent des angles rentrants, ce qui indiquerait des mâcles.

nombre de faisceaux qui n'entrent pas dans la composition de cet arc, courent isolément en petits groupes au milieu du parenchyme soit d'une manière irrégulière, soit en se rangeant symétriquement à droite et à gauche du massif fasciculaire central. Je ne crois pas que nous puissions nous attendre à une grande constance dans les dispositions de ces fascicules, mais néanmoins il ne sera pas inutile de décrire en peu de mots les cas les plus typiques, afin de donner au lecteur une idée de l'ensemble des faits. Rappelons encore une fois que la richesse du système fibro-vasculaire dépend des dimensions de la feuille :

a. Un arc de faisceaux, et dans la concavité de l'arc deux fascicules (évidemment les cornes disloquées) qui prennent volontiers une structure centrique, le liber enveloppant le bois (*Gesnera zebrina*).

b. Un arc de faisceaux et au-dessus, sur une ligne transversale, quatre faisceaux, tous à bois supérieur ou les deux du milieu, évidemment fraîchement détachés des cornes de l'arc central, à bois inférieur (*Æschinanthus*, *Moussonia elegans*).

c. Un arc de faisceaux, et au-dessus un nombre variable de faisceaux, régulièrement ou irrégulièrement disposés, à bois supérieur ou central, quelquefois accouplés, réunis par le liber, en groupe de deux, de trois ou de plusieurs (*Gesnera longifolia*, *Columnea Schiedeana*, *Nematanthus*, *Tidæa gigantea*).

d. Les fascicules isolés sont diversement orientés et tendent à se grouper au moins en partie en un anneau à bois central dans la concavité de l'arc principal (*Rhytidophyllum crenatum*).

e. L'arc central est profondément disloqué ; les fascicules forment vaguement un cercle presque continu, mais plus dense en bas, d'autres fascicules en nombre variable, courent isolément dans le parenchyme de la moitié supérieure du pétiole et même jusque dans l'anneau central (*Chirita sinensis*).

Les choses se simplifient dans la nervure médiane, les fas-

cicules se groupent en un seul anneau (*Moussonia*), en un seul arc (*Ramondia*), ou en un arc surmonté d'un ou de plusieurs fascicules (*Nematanthus*, *Columnea*, *Gesnera*, etc.), toutes dispositions qu'il est facile de comprendre et qui ne présentent que peu d'intérêt. Le système mécanique est quelquefois bien développé, dans la nervure médiane et même dans celles d'ordre inférieur, sous la forme d'un arc fibreux situé au-dessous du faisceau (*Æschinanthus*).

Quant au pétiole, remarquablement turgescent, il n'est soutenu que par un peu de collenchyme périphérique et présente souvent au milieu de son parenchyme des cellules plus ou moins fortement sclérifiées (*Nematanthus*, *Rhytidophyllum*, *Æschinanthus*).

Subdivisions de la famille.

Je crois pouvoir affirmer que bon nombre de genres pourront être définis anatomiquement. Les *Æschinanthus* développent dans le pétiole et dans l'écorce de la tige, des cellules scléreuses épaissies unilatéralement. Les cellules scléreuses du *Nematanthus*, autre Cyrtandracée, sont uniformément épaissies; ces cellules ne constituent donc pas un caractère de tribu.

Le *Ramondia pyrenaica* est nettement caractérisé par son épiderme à sinuosités brisées et prolongées vers l'intérieur des cellules et par des corpuscules particuliers, en forme de cuvette, contenus en grand nombre dans les cellules épidermiques et dont j'ignore la nature.

La forme et la composition des poils capités, quoiqu'elles ne soient certainement pas toujours constantes dans le même genre, fourniront d'utiles indications.

Variations épharmoniques.

Les allures épharmoniques de la famille paraissent être très homogènes et peuvent s'exprimer de la manière suivante :

Héliophilie. — Mésophylle bifacial; variations dans le degré

de différenciation des palissades et dans le nombre des assises.

Xérophilie. — *a.* Par épargne. Développement du système pileux et saillie consécutive des stomates; à un degré plus avancé, feuilles cloquées, limbe concave à la face inférieure dans les mailles du système de veinules (*Episcia*).

b. Par prévoyance. Carnosité des nervures, du pétiole, de la tige; à un degré plus avancé, développement extrême de l'épiderme supérieur qui dans certains cas peut renfermer autant d'eau que tout le mésophylle (*Episcia*, *Tidæa gigantea*, *Moussonia elegans*, *Gesnera longifolia*, etc.), ou des deux épidermes (*Gesneria zebrina*), au degré supérieur formation d'un hypoderme plus ou moins épais de une à six assises et peut-être davantage, occupant parfois jusqu'aux deux tiers de l'épaisseur du mésophylle (*Æschinanthus grandiflorus*).

Je ne doute pas que toutes les espèces ne soient facilement déterminables à l'aide de ces caractères épharmoniques.

La saillie des stomates est souvent très remarquable, par exemple chez le *Rhytidophyllum crenatum* et chez l'*Episcia Luciani*.

Les cellules accessoires de l'appareil stomatique ainsi que les cellules épidermiques environnantes, forment en se soulevant, de petites cheminées, aussi hautes, et même plus hautes que larges, au sommet desquelles se trouvent les stomates.

J'aurais voulu terminer cet article par quelques exemples pratiques tirés des genres *Gesnera* et *Æschinanthus*, mais la détermination de ces plantes et même celle du genre *Gesnera* tout entier, me paraît trop incertaine pour que la publication prématurée de ces diagnoses soit sans inconvénient.

24. — BIGNONIACÉES.

Poils tecteurs simples, unisériés, cylindriques ou coniques, à cuticule lisse ou ornée de perles, rarement unicellulés; poils glanduleux ordinairement en écusson, à tête multicellulée, à pied court, rarement capités, courts, à tête cloisonnée verticalement. Stomates : 1. développés d'après le type crucifère; cellule mère formée ordinairement à la suite de deux

divisions inclinées l'une sur l'autre; 2. accompagnés de deux ou de plusieurs cellules parallèles à l'ostiole, par altération du type crucifère. Cristaux octaédriques plats (enveloppes de lettres) ou plus hauts, prismatiques, surmontés de pointements octaédriques ou aciculaires non orientés, quelquefois mêlés à d'autres formes moins fréquentes. Faisceaux simplement collatéraux. Laticifères et autres glandes internes nuls.

Les poils tecteurs n'existent pas toujours, du moins sur la feuille adulte. Je les ai vus bien développés sur les feuilles du *Spathodea campanulata*, de l'*Adenocalymma paulistanum* et *nitidum*, du *Bignonia exoleta*, du *Stizophyllum perforatum*. Les parois sont médiocrement épaissies, lisses ou ornées de perles; dans le *Bignonia exoleta* et l'*Adenocalymma nitidum*, j'ai fréquemment trouvé la dernière cellule seule ornée de saillies cuticulaires, tandis que la base du poil était lisse. Souvent ces poils tecteurs sont courts et peuvent alors se réduire à une seule cellule, de sorte qu'on voit des poils unicellulés et unisériés sur la même plante (*Bignonia exoleta*); le *B. triplinervia* n'a que de petits poils mécaniques de forme conique et unicellulaires; il en est de même pour le *Colea Commersonii*, à cette différence près qu'on y rencontre également des poils bicellulés. Bref, nous remarquons là, ce que nous avons déjà fait ailleurs, que le poil unicellulé résulte de la réduction de sa longueur, mais cette réduction seule ne serait pas une explication suffisante si nous n'étions pas autorisés à croire que la transformation se fait ici plus facilement qu'ailleurs. Or cela apparaît très nettement sur les nervures de la feuille du *Catalpa syringæfolia*. Là, des poils de même longueur, placés côte à côte, fort bien développés, sont les uns unicellulés, les autres bi- et même tri-cellulés, mais les cloisons transversales sont extrêmement minces.

Je suis convaincu qu'on finira par voir très clair dans ces anomalies apparentes, quand on aura étudié un très grand nombre d'espèces. En effet, l'influence de la réduction à part, plusieurs solutions également intéressantes sont possibles, par exemple : *a*. nous avons affaire à des formes de passage; *b*. cette anomalie est un caractère taxinomique, comme les

poils cloisonnés des *Dombeya* parmi les Malvacées, et des *Bredemeyera* parmi les Polygalées.

Les poils glanduleux sont typiquement semblables à ceux des Scrofularinées et des Gesnéracées. Déjà, dans les Scrofularinées, nous avons vu le poil très court, prendre la forme écussonnée (*Gratiola*). Ce qui était l'exception dans cette famille, devient la règle ici; les poils à tête sphérique sont assez rares sur la feuille adulte; en revanche, on a trouvé des poils en écusson dans toutes les espèces étudiées, poils à contour circulaire, subsessiles ou enfoncés dans une cavité creusée dans le parenchyme de la feuille (*Stizophyllum*), à tête rarement composée de moins de huit cellules. Les fonctions sécrétrices cessent de bonne heure, et partout où je l'ai vue s'accomplir, le produit sécrété soulevait la cuticule de la face supérieure de l'écusson.

La même incertitude qui règne dans la forme des poils simples, s'observe également dans le mode de développement et dans l'aspect ultérieur de l'appareil stomatique.

Le plus souvent, le stomate est entouré de plusieurs cellules irrégulièrement disposées et il n'est guère possible d'en reconnaître le mode de développement sur la feuille adulte (*Stizophyllum perforatum*, *Catalpa*, *Tecoma*, *Bignonia exoleta*). Le *Crescentia Cujete* présente, sur la même feuille, le passage du type crucifère au type rubiacé; en effet, on y trouve côte à côte des stomates entourés de trois cellules, dont une plus petite que les deux autres, ou de plusieurs cellules irrégulièrement disposées, et d'autres accompagnés de cellules latérales, parallèles à l'ostiole. Chez le *Schlegelia parasitica*, que MM. Bentham et Hooker ont rangé, avec un point de doute, parmi les Crescentiées, les stomates plus larges que longs sont constamment accompagnés de deux cellules parallèles à l'ostiole; mais il est aisé de voir, par la position des deux cellules accessoires qui dépassent souvent le stomate d'un côté, que les deux cloisons qui comprennent la cellule mère spéciale sont inclinées l'une sur l'autre. La même apparence est franchement conservée chez le *Colea Commersonii*. Chez le

Bignonia triplinervia, quoiqu'il y ait encore par-ci par-là quelques stomates entourés de trois cellules, la plupart sont aussi nettement d'origine rubiacée que dans les familles où ce mode de développement est typique, et chez l'*Adenocalymma marginatum*, le stomate semble même ordinairement suspendu au milieu d'une cloison qui sépare deux grandes cellules épidermiques et qui continue de part et d'autre la direction de l'ostiole du stomate. Chez l'*Adenocalymma marginatum*, le stomate semble même ordinairement suspendu au milieu d'une cloison qui sépare deux grandes cellules épidermiques et qui continue de part et d'autre la direction de l'ostiole du stomate. Chez les *Adenocalymma paulistanum* et *nitidum*, la formation de la cellule mère spéciale a même été bien souvent précédée de plusieurs divisions cellulaires par des cloisons courbes, contrariées et à cordes parallèles.

En résumé, il est clair que nous assistons dans cette famille au passage d'une forme de l'appareil stomatique à une autre, de même que nous y avons observé le passage du poil unisérié au poil unicellulé, concordance vraiment bien remarquable!

Étant reconnu que nous nous trouvons en présence d'un passage, il serait intéressant de savoir si ce passage est purement organogénique ou si, ce qui est plus probable, il exprime une relation d'affinité; mais ici je suis obligé de confesser mon embarras. L'un des terminus est évident : c'est le groupe des Scrofulariées-Gesnéracées, mais l'autre est encore introuvable, car les Acanthacées et les Labiées ont bien des stomates accompagnés de deux cellules (au moins), mais l'ostiole y est constamment perpendiculaire à la corde commune des dernières divisions courbes contrariées.

Le mélange de cristaux d'oxalate répandu à peu près dans tous les tissus parenchymateux des Bignoniacées offre les plus grandes analogies avec celui des Gesnéracées, des Scrofulariées, des Acanthacées, etc. Ce sont des octaèdres, des prismes carrés, surmontés souvent de pointements octaédriques, des cubes, des lames parallélogrammes, etc., des cristaux aciculaires non orientés, et, de même que dans les autres

familles de ce groupe, ces cristaux abondent fréquemment dans toutes les cellules d'un même tissu, cellules qui ne perdent pas pour cela leur vitalité. Tantôt l'une, tantôt l'autre de ces formes domine, les acicules dans le pétiole des *Bignonia* étudiés, les octaèdres et les prismes dans le *Colea*, le *Spathodea*, etc.

Les dimensions souvent considérables et la complication de la forme de la feuille de la plupart des Bignoniacées entraînent la nécessité d'un appareil fibro-vasculaire très riche. Ordinairement, dans le pétiole, les faisceaux, très nombreux, se disposent suivant un cercle continu qui embrasse une moelle abondante. Il peut arriver que deux petits fascicules situés à droite et à gauche au-dessus du cercle, dans les deux arêtes saillantes qu'on aperçoit à la face supérieure de ces pétioles, rétablissent la symétrie zygomorphe habituelle aux organes foliaires (*Spathodea campanulata*); mais, le plus souvent, l'anneau principal est seul, et il est même souvent parfaitement circulaire (*Adenocalymma*, *Catalpa*, *Bignonia*, etc.).

Dans le pétiole du *Bignonia triplinervia*, j'ai observé une particularité qui rappelle la structure anomale de la tige de ces plantes. Les faisceaux y forment un cercle complet, mais le faisceau supérieur diffère des autres par l'excessif développement du liber qui pénètre profondément au delà du niveau extérieur du bois.

Dans le pétiole de la feuille simple du *Crescentia Cujete*, les faisceaux se disposent suivant un arc largement ouvert en haut et qui se trouve exactement fermé par un second arc beaucoup moins courbé et inverse, c'est-à-dire à bois inférieur. Dans le *Schlegelia*, dont les feuilles sont également simples, l'arc central est ouvert en haut et, à droite et à gauche, on voit un petit fascicule à bois rayonnant autour du centre géométrique et à liber périphérique.

La structure des pétiolules diffère à peine de celle des pétioles, mais dans la nervure médiane des folioles, l'anneau des faisceaux s'ouvre en abandonnant au milieu, au-dessus d'un arc principal, un seul, deux ou plusieurs massifs qui souvent se

rapprochent pour ne former qu'un seul faisceau inverse (*Bignonia exoleta*, *Adenocalymma*).

SUBDIVISION DE LA FAMILLE.

Je ne crois pas que nous puissions espérer autre chose que la détermination de quelques genres, soit par la forme des stomates et de l'appareil stomatique tout entier, soit par celle des poils. Mais il est à prévoir que les allures épharmoniques qui ne paraissent pas être les mêmes pour tous les genres, nous seront d'un grand secours. En revanche rien jusqu'à présent ne m'autorise à admettre la possibilité d'une caractéristique anatomique des tribus.

VARIATIONS ÉPHARMONIQUES.

Dans toutes les espèces que j'ai eu l'occasion d'étudier, l'épiderme inférieur est onduleux, mais l'épiderme supérieur est moins constant: je l'ai toujours trouvé dépourvu de stomates. Il est onduleux dans le *Catalpa*, l'*Adenocalymma nitidum*, le *Bignonia exoleta*, le *Stizophyllum perforatum*, le *Spathodea campanulata*, le *Crescentia Cujete*, le *Colea Commersonii*, rectiligne dans le *Tecoma leucoxylum*, l'*Adenocalymma marginatum*, le *Bignonia triplinervia;* dans le *Schlegelia*, ses parois verticales sont assez fortement et irrégulièrement épaissies. La cuticule est ordinairement lisse, plus rarement ornée de grosses perles cuticulaires (*Colea*) ou de stries. Dans le *Tecoma leucoxylon* ses cellules sont divisées transversalement. En général ses cellules sont assez hautes pour qu'il soit permis de lui attribuer un certain rôle dans la réserve d'eau (*Catalpa*, *Crescentia*, *Colea*), rôle qui est évident pour l'épiderme double du *Tecoma* déjà cité. Il existe un hypoderme puissant, de quatre assises de cellules, d'autant plus grandes qu'elles sont situées plus profondément chez le *Schlegelia parasitica*, dont l'épiderme supérieur n'a au contraire qu'une très faible hauteur.

Dans toutes les espèces étudiées le mésophylle est bifacial.

Les cellules en palissades qui fréquemment subissent une ou même plusieurs divisions transversales, indiquent une héliophilie moyenne et occupent rarement la moitié de l'épaisseur totale. Tantôt la séparation du tissu en palissades et du parenchyme spongieux est des plus nettes (*Schlegelia*), tantôt au contraire les cellules de ce dernier tissu peuvent s'allonger également et prendre vaguement la forme de palissades (*Tecoma*, *Stizophyllum*). Cette dernière disposition indique peut-être une variabilité assez grande et pourrait bien conduire à un véritable dimorphisme anatomique des feuilles. Dans le *Stizophyllum* surtout, où la face inférieure des feuilles est creusée de profondes excavations destinées à recevoir les grands poils en écusson, le parenchyme spongieux conserve son apparence ordinaire dans les endroits minces et se transforme entièrement en grandes cellules en palissades dans les endroits épais.

Le système mécanique est soumis à de nombreuses variations. Il manque rarement dans le pétiole (*Bignonia exoleta*), plus rarement encore dans le rachis des feuilles composées, dans le pétiolule (*Spathodea campanulata*) et dans les fortes nervures. Il se compose soit de fascicules de fibres disposés à la limite du liber, soit plus rarement de bandes continues de tissu fibreux (surtout dans les nervures), et il arrive souvent que ce tissu empâte entièrement le petit faisceau inverse superposé au faisceau principal dans les nervures (*Adenocalymma marginatum*) ou qu'il ferme complètement l'ouverture de l'arc formé par les faisceaux (nervure médiane du *Stizophyllum*). De nombreux caractères spécifiques pourront être tirés de ces diverses dispositions anatomiques. Chez le *Colea Commersonii* de nombreux fascicules isolés de fibres courent sous l'épiderme supérieur, et des fibres isolées traversent en grand nombre et dans tous les sens le mésophylle tout entier pour courir enfin sous l'épiderme inférieur: c'est une espèce oléoïde. Dans l'*Adenocalymma marginatum* les bords de la feuille sont soutenus par des paquets volumineux de fibres mécaniques. Je n'ai rencontré de cellules scléreuses propre-

ment dites que dans le parenchyme du pétiole du *Schlegelia*; elles sont disposées par petits groupes très nombreux, leur forme ne diffère pas de celle des cellules environnantes et leurs parois sont très fortement épaissies.

Pour donner une idée de la netteté avec laquelle il sera permis de distinguer les feuilles des espèces d'un même genre, je fais suivre quelques descriptions succinctes.

Bignonia exoleta DC. — Épidermes onduleux, à parois minces, le supérieur orné de stries parallèles. Poils tecteurs cylindriques aigus de une, deux ou trois cellules, selon leur longueur, ornés de perles cuticulaires seulement sur les articles terminaux, nombreux surtout sur les nervures et sur le pétiole, poils en écusson, à écusson épais, circulaire, ordinairement composé de 8 cellules. Une seule assise de palissades 2-3 fois plus longues que larges, occupant moins de la moitié de l'épaisseur totale; parenchyme spongieux peu méatique, de 3 assises.

B. triplinervia DC. — Épiderme supérieur recti-curviligne, lisse, l'inférieur onduleux, tous deux à parois minces. Poils tecteurs unicellulés, courts, rares; poils en écusson à écusson obconique, ordinairement 8-cellulé, enchâssé dans une légère excavation de l'épiderme. Une seule assise de palissades environ 4 fois plus longues que larges, quelquefois cloisonnées transversalement, occupant environ le tiers de l'épaisseur totale; parenchyme spongieux très méatique, de 5-6 assises.

B. (*Arrabidæa*) *rosea* DC. (Benth. et Hook.). — Épiderme supérieur recti-curviligne, orné de quelques stries cuticulaires, à parois minces; l'inférieur curviligne onduleux, lisse. Poils en écusson, à écusson 8-cellulé, rares; mésophylle d'environ 5 assises, la supérieure en palissades, occupant plus de la moitié e l'épaisseur.

B. (*Stizophyllum*) *perforata* Cham. — Épiderme onduleux, lisse. Poils tecteurs unisériés, cylindriques, aigus, ornés de perles cuticulaires, flétris, brunis et tordus de bonne heure (1). Poils en écusson très grands, à écusson très grand,

(1) De Candolle (*Prodr.*, IX, p. 160) dit : *pilis articulatis*.

multicellulé, oléigène, couché au fond d'une profonde excavation creusée à la face inférieure de la feuille, et d'autres poils capités à pied unisérié. Mésophylle de 3 ou 4 assises, d'épaisseur très inégale, variant du simple au double par suite des excavations qui reçoivent les poils, entièrement composé de palissades dans les parties épaisses, avec une seule assise de palissades dans les parties minces (1).

Adenocalymma. — Stomates accompagnés de deux ou plusieurs cellules parallèles à l'ostiole.

A. paulistanum. — Feuille trifoliolée. Épiderme supérieur curviligne onduleux, l'inférieur curviligne, tous deux à parois minces, lisses. Poils tecteurs unisériés, à parois assez épaisses, lisses, rares sur la nervure médiane et sur le pétiole, poils en écusson, à écusson circulaire, 16-cellulé. Mésophylle de 4 assises, dont la supérieure composée de palissades environ trois fois plus longues que larges, occupent plus du tiers de l'épaisseur totale. Dans le pétiolule: faisceaux fibreux nombreux, contigus, en partie confluents.

A. nitidum Mart.—Feuilles trifoliolées ou les supérieures bifoliolées avec vrille terminale. Épidermes fortement onduleux, lisses, à parois minces. Poils tecteurs 1-, 2-, ou 3-cellulés, coniques, ornés de perles cuticulaires sur le dernier article, assez abondants sur le pétiole, le pétiolule, etc. Mésophylle d'environ 6 assises de cellules, la supérieure composée de palissades, parfois cloisonnées transversalement, occupant environ le tiers de l'épaisseur totale. Dans le pétiolule: faisceaux fibreux peu nombreux, espacés.

A. marginatum DC.— Feuille bifoliolée avec vrille terminale. Épiderme supérieur rectiligne, l'inférieur onduleux, tous deux lisses, à parois minces. Poils en écusson, à écusson flétri, probablement multicellulé; cellules difficiles à distinguer. Méso-

(1) L'anatomiste devait lire avec étonnement, dans la description du genre *Bignonia* (*Prodr.*, IX, p. 160), que trois espèces (*B. calycina*, *B. perforata*, *B. occidentalis*) sont caractérisées par des feuilles ponctuées-pellucides; on voit que ces ponctuations n'ont aucun rapport avec des glandes foliaires, mais qu'elles sont simplement dues à ces grands poils en écusson, oléigènes, logés dans de vastes enfoncements cratériformes.

phylle d'environ 6 assises, la supérieure composée de palissades environ 6 fois plus longues que larges, souvent subdivisées transversalement en 2-4 cellules, occupant plus du tiers de l'épaisseur totale. Faisceaux des veinules accompagnés en dessus et en dessous de puissants massifs fibreux; bords de la feuille soutenus par un massif fibreux marginal.

25. — ACANTHACÉES.

(Pl. 15, fig. 1 à 3.)

Poils de deux espèces : 1. tecteurs simples, unisériés, plus rarement et dans des genres déterminés, unicellulés; 2. glanduleux, capités, à pied unisérié, à tête divisée verticalement en 2-∞ cellules. Stomates accompagnés de 2 ou plusieurs cellules perpendiculaires à l'ostiole. Cristaux aciculaires, octaédriques du deuxième système cristallin ou prismatiques carrés, simples. Cystolithes fusiformes ou en clou, rarement sphériques, dans des genres déterminés. Organes sécréteurs internes nuls.

Les poils simples unisériés sont bien plus répandus que les poils unicellulés; j'en ai constaté la présence dans les genres suivants : *Ebermaiera*, *Ruellia*, *Strobilanthes*, *Acanthus*, *Asystasia*, *Eranthemum*, *Cystacanthus*, *Aphelandra*, *Justicia*, *Jacobinia*, *Thyrsacanthus* et *Fittonia*. Ces poils varient peu; ils sont ordinairement aigus, composés de plusieurs cellules superposées, de longueur à peu près égale, à paroi peu épaissie, à cuticule lisse (*Strobilanthes* (*Goldfussia*) *glomerata*, *Ruellia maculata*, *R. formosa*) ou ornée de perles saillantes plus ou moins fines (*Thyrsacanthus callistachys*, *Goldfussia anisophylla*, *Acanthus* (*Dilivaria*) *ilicifolius*, *Asystasia* (*Mackaya*) *bella*, *Eranthemum nervosum*, *Cystacanthus* (*Meninia*) *turgidus*, *Jacobinia* (*Cyrtanthera*) *catappæfolia*, *Fittonia gigantea*, etc.). Une première modification est obtenue par l'épaississement exagéré des parois longitudinales, les parois transversales restant minces (*Jacobinia* (*Sericographis*) *Mohinli*, *Ebermaiera subpaniculata*). Dans les trois espèces étudiées du genre *Aphelandra*, le poil paucicellulé se dissocie en deux parties, la partie terminale, formée par une seule

cellule très longue et étroite, à paroi assez épaisse et à cavité remplie d'air (à l'état adulte), et la partie basilaire composée ordinairement de deux cellules beaucoup plus larges, courtes et à parois minces.

A part ces modifications mécaniques, signalons la présence d'un suc cellulaire coloré dans certaines cellules du poil, matière colorante qui contribue puissamment aux reflets quelquefois remarquables des feuilles et de la tige. Ainsi, dans le *Mackaya bella*, le pétiole est garni de poils cylindriques dont 2 ou 3 cellules, situées ordinairement vers le milieu de la longueur, renferment un suc coloré en carmin. L'effet produit est surtout curieux sur les feuilles du *Goldfussia glomerata*, dont les poils les plus longs, très effilés, présentent dans les 2 ou 3 cellules terminales un suc violet foncé, toutes les autres cellules étant parfaitement incolores, de sorte qu'une efflorescence violette semble être semée sur la feuille.

Il est possible que ces poils restent unicellulés lorsque leur longueur est très limitée. La pubescence de face inférieure des nervures du *Sanchezia nobilis* (Hort.?) est formée de courts poils coniques, les uns unicellulés, les autres bicellulés.

J'ai trouvé des poils simples unicellulés, cylindriques aigus dans les deux genres *Thunbergia* et *Barleria*, à parois assez minces et ornées de perles cuticulaires dans le premier, à parois épaisses et presque lisses dans le second.

Les poils glanduleux existent dans toutes les espèces examinées; leur structure, assez uniforme en substance, ne varie que sous le rapport de la longueur relative du pied et du nombre des divisions de la cellule terminale. Ces divisions sont toujours verticales, de sorte que, si elles sont nombreuses, la tête prend la forme d'un disque (sommet de l'ovaire du *Goldfussia anisophylla*). Le pied étant bien développé, nous aurons le poil capité ordinaire, à tête 2-8-cellulée (*Strobilanthes* sp., *Ebermaiera*, etc.), mais le plus souvent le poil devient sessile, le pied 2-3 cellulé, plus rarement unicellulé (?), étant caché dans un enfoncement cratériforme de

l'épiderme et la tête ordinairement 4-cellulée, appliquée à plat sur l'épiderme et faisant quelquefois à peine saillie au dehors (fig. 1 et 3).

Le mode de développement des stomates est tout à fait constant (fig. 3). La cellule mère primordiale se divise par une cloison courbe à laquelle succède une deuxième cloison également courbe contrariant la première; suivent une ou plusieurs nouvelles divisions toujours telles que les concavités des cloisons se regardent; enfin la cellule mère spéciale se coupe en deux par une cloison perpendiculaire à la corde commune des deux cloisons précédentes. L'appareil stomatique appartient donc au type caryophyllé : il ne diffère, en effet, de celui des Caryophyllées que par le nombre des divisions (fig. 1).

Les cristaux d'oxalate de chaux paraissent toujours appartenir au système prismatique à base carrée. La plupart sont réduits à de fins bâtonnets éparpillés dans les cellules, mais on y rencontre également, en mélange avec les premiers, des octaèdres très plats (enveloppes de lettres) ou assez hauts, quelquefois tronqués aux deux sommets, des prismes carrés, ordinairement terminés par des pointements octaédriques (fig. 2).

Quelques formes difficiles à déterminer y sont quelquefois mêlées; le cristallographe trouvera un véritable petit musée dans le parenchyme du pétiole du *Dilivaria ilicifolia;* mais la seule de ces formes qui m'ait inspiré quelque doute sur le système cristallographique est une mâcle qu'il serait peu aisé de décrire sans figure et qui rappelle un peu la forme en sablier, sauf que son contour est rectangulaire (*Beloperone violacea*). Tous ceux qui se sont occupés de cristaux d'oxalate de chaux connaissent certainement la forme très commune à laquelle je fais allusion.

Ces cristaux abondent le plus souvent dans tous les tissus parenchymateux, quelquefois jusque dans l'épiderme (*Dilivaria*, *Aphelandra*) et dans les poils (*Ruellia formosa*).

Les cystolithes des Acanthacées ont été maintes fois décrits

et figurés ; ils n'existent pas dans tous les genres et il paraît même qu'ils ont été trouvés dans certains *Justicia*, tandis qu'ils font défaut dans d'autres. Cette observation mériterait d'être vérifiée, car elle pourrait acquérir quelque importance dans ce genre encore bien obscur, à moins qu'on n'arrive à démontrer que les espèces entièrement dépourvues de cystolithes sont exclusivement silicicoles. Il est, en effet, tout indiqué d'attribuer à la présence ou à l'absence de ces appareils une importance taxinomique moindre que, par exemple, à la distribution des laticifères dans les Papavéracées, puisqu'une matière première déterminée doit être offerte en excès à la plante pour qu'ils puissent se développer.

Schacht cite comme ayant des cystolithes, les genres *Justicia*, *Beloperone*, *Barleria*, *Ruellia*, *Eranthemum*, *Goldfussia*, etc. *Justicia paniculata* et *Acanthus mollis* en sont dépourvus. Je les ai trouvés en outre dans *Cystucanthus*, *Petalidium*, *Thyrsacanthus*, *Asystasia*, *Porphyrocoma*, *Ebermaiera*, *Graptophyllum*, *Sericographis*, *Libonia*, *Cystanthera*, *Fittonia*, *Sanchezia*, *Peristrophe* (1), *Adhatoda;* les trois *Justicia* que j'ai étudiés (*J. calocoma*, *flavicoma* et *Lindeni*) présentent des cystolithes allongés, tandis que ceux que Schacht a trouvés dans le *J. cornea* sont sphériques. Je n'ai retrouvé cette forme rare que dans le *Cystacanthus* (*Meninia*) *turgidus*. Les *Aphelandra fulgens*, *cristata* et *pulcherrima* n'en renferment pas, pas plus que le *Dilivaria*. Les Thunbergiées paraissent également en être dépourvues (*Thunbergia*, *Meyenia*, *Hexacentris*).

Le *Sanchezia nobilis* est remarquable par le nombre et par les dimensions des cystolithes, nombre et dimensions tels que j'y ai trouvé 10 de carbonate de chaux pour 100 de feuille fraîche (fig. 3).

Le plus souvent les cellules à cystolithes appartiennent à l'épiderme, mais il y en a souvent aussi dans les tissus plus profonds et même jusque dans la moelle. Pour ne pas m'écar-

(1) Je doute de la bonne détermination de cette plante, qui me semble plutôt appartenir au genre *Diclyptera*.

ter de mon sujet, je me bornerai à citer les genres qui présentent des cystolithes dans le parenchyme fondamental du pétiole : *Sanchezia*, *Fittonia*, *Sericographis*, *Goldfussia glomerata*, *Ruellia*, *Eranthemum nervosum*.

M. de Bary a donné, dans son Anatomie comparée, une bonne figure du cystolithe épidermique qui montre bien comment la cellule sécrétrice, énormément dilatée, s'étend au-dessous des cellules avoisinantes en ne conservant au niveau extérieur de l'épiderme qu'une attache plus ou moins réduite. Cette attache, qui présente une forme polygonale, varie beaucoup quant à ses dimensions. Tandis que dans le *Cystacanthus turgidus*, dans le *Sericographis Mohinli*, elle offre à peu près les mêmes dimensions que les cellules environnantes, elle s'allonge énormément dans le sens du cystolithe dans le *Cystanthera catappæfolia*, le *Ruellia formosa*, le *Barleria flava*, les *Goldfussia glomerata* et *anisophylla*, l'*Ebermaiera subpaniculata;* au contraire, dans le *Sanchezia nobilis* et dans l'*Eranthemum spinosum* elle se réduit à une surface beaucoup plus petite que les cellules épidermiques environnantes. La profondeur à laquelle plongent les cellules à cystolithe varie également suivant les dimensions et la forme des cystolithes eux-mêmes. Ainsi dans le *Cystacanthus* déjà cité, ces organes sphériques dérangent de leur position naturelle les deux assises supérieures du mésophylle.

Tout récemment, ce mémoire étant déjà rédigé, M. Hobein (1) a publié un travail sur la valeur systématique des cystolithes chez les Acanthacées. Il paraît qu'il est presque toujours possible de déterminer à l'aide des cystolithes, la tribu, la sous-tribu ou même un groupe plus restreint de genres.

Voici le tableau dans lequel l'auteur résume ses observations :

(1) *Engler's Bot. Jahrb.*, 1884, p. 422-440.

I. *Pas de cystolithes : Thunbergiées, Nelsoniées, Acanthées, Aphélandrées.*

II. *Cystolithes.*

1. *Cystolithes jamais dans l'épiderme : Anisotes trisulcus, Adhatoda vasica, Harpochilus phæocarpus.*
2. *Cystolithes seulement dans l'épiderme.*
   A. Cystolithes doubles, arrondis ou allongés, se regardant par les gros bouts et appartenant à deux cellules voisines.
      Barlériées : *Periblema, Barleria, Crabbea.*
   B. Cystolithes toujours isolés.
      a. Cystolithes arrondis.
         Asystasiées, Pseudéranthémées, Andrographidées.
      b. Cystolithes allongés, obtus, rarement arrondis.
         Eujusticiées : *Lepidagathis, Barleriola.*
      c. Cystolithes allongés, toujours aigus à l'une des extrémités.
         Ruelliées : *Spirostigma, Dyschoriste, Echinacanthus, Phyalopis, Stephanophysum, Blechum, Dædalacanthus;* parmi les Eujusticiées :
         Jacobinia, Pachystachys, Habracanthus, Chætocalyx.
      d. Cystolithes allongés, aigus aux deux extrémités.
         Ruelliées : *Sanchezia.*
         Eujusticiées : *Rostellularia.*
      . Cystolithes variés.
         Diclyptérées, Ruelliées.

M. Hobein se sert également des poils tecteurs et glanduleux pour la détermination des groupes naturels.

FAISCEAUX DES NERVURES ET DU PÉTIOLE.

Le pétiole des très petites feuilles de l'*Eranthemum spinosum* ne renferme qu'un seul faisceau légèrement creusé en gouttière à sa face supérieure et le parenchyme lui-même est parfaitement homogène. Dans l'*E. nervosum* le gros faisceau médian, recourbé en gouttière, est accompagné latéralement de deux petits fascicules et une forte couche de collenchyme s'étend d'une manière presque continue sous l'épiderme. Cette dernière disposition, avec ou sans collenchyme, est à beaucoup près la plus répandue dans la famille des Acanthacées.

Dans les grandes feuilles il arrive quelquefois que le faisceau fortement arqué se referme sur lui-même par ses deux cornes

de sorte qu'il prend une apparence axile (pétiole et nervure médiane du *Dilivaria ilicifolia*) (1). Cette tendance des faisceaux à prendre une structure axile, trouve son expression la plus nette dans l'*Aphelandra pulcherrima*. Le pétiole est parfaitement cylindrique ; au centre se trouve un faisceau annulaire sans aucune trace d'aplatissement ou de zygomorphisme quelconque, mais la symétrie zygomorphe du pétiole est rétablie par deux petits faisceaux latéraux placés plus haut que le centre, également annulaire quoique souvent d'une manière moins uniforme que celui du centre. Dans le *Thunbergia grandiflora*, le faisceau médian subit une disjonction très nette en un grand nombre de fascicules plus ou moins bien séparés. Le même fait se présente, à un degré moindre, dans le *Fittonia gigantea*. Enfin, dans le *Sanchezia* les faisceaux latéraux sont au nombre de deux ou trois de chaque côté. La solidité du pétiole est obtenue partout, s'il y a lieu, par du collenchyme ; nulle part je n'ai trouvé un symème fibreux digne d'être noté ; dans le *Dilivaria ilicifolia* seul j'ai rencontré quelques fibres mécaniques isolées.

Dans toutes les espèces étudiées, la nervure médiane fait saillie à la face supérieure ; saillie qui est soutenue par une bande de collenchyme sous-épidermique. La disposition des faisceaux est la même que dans le pétiole, sauf quelques réductions peu importantes, telles que la supression des faisceaux latéraux ou leur transformation en faisceaux purement libériens quelquefois confluents, de manière à former un seul faisceau libérien au-dessus du faisceau libéro-ligneux (*Meyenia Vogelii*). Je ne voudrais pourtant pas affirmer que ces petits accidents se produisent d'une manière constante. Les fibres mécaniques ne sont ni plus ni moins rares dans la nervure médiane que dans le pétiole.

La particularité anatomique qui me paraît la plus intéres-

(1) La saison pendant laquelle ces observations ont été faites, ne m'a pas permis d'étudier les grandes feuilles des Acanthes ; c'est une lacune regrettable que je n'ai pas tenu à combler à cause de la faible importance taxinomique du développement du système fasciculaire.

sante, c'est la manière dont se comporte le parenchyme assimilateur dans la nervure médiane. Tantôt il passe sans perdre son caractère entre les faisceaux et le collenchyme de la face supérieure; il est ininterrompu; tantôt au contraire il s'arrête près de la nervure et se trouve remplacé dans celle-ci par du parenchyme incolore. A la première catégorie appartiennent les *Jacobinia* étudiés, le *Beloperone oblongata*, le *Cystacanthus turgidus*, les *Eranthemum* étudiés, le *Justicia calocoma*, le *Thyrsacanthus callistachys*, le *Mackaya bella*, les *Ruellia maculata* et *formosa*, le *Barleria flava*, les *Strobilanthes* étudiés, le *Meyenia Vogelii*, etc., à la seconde, le *Sanchezia nobilis*, l'*Ebermaiera subpaniculata*, le *Dilivaria ilicifolia*, etc.

CLASSIFICATION DES ACANTHACÉES.

La famille des Acanthacées paraît très homogène; aucun caractère anatomique des organes végétatifs ne paraît devoir jouer un rôle dans les grandes coupes, mais il n'en sera probablement pas de même quand on aura étudié l'anatomie des organes reproducteurs: déjà le pollen dont la forme si variée a été proposée par M. Radlkofer comme devant servir aux divisions et selon moi avec raison, la graine et peut-être surtout le testa, nous réservent des découvertes analogues.

Les caractères anatomiques végétatifs non épharmoniques, els que la forme des poils, l'absence ou la présence, la forme et la distribution des cystolithes semblent devoir suffire aux grandes divisions.

Des recherches plus étendues devront nous fixer à cet égard (1). Quant aux cystolithes, il ne faut pas oublier que leur existence dépend en première ligne du substratum, et qu'ils perdent par cela même une grande partie de leur valeur taxinomique; même quand cela ne serait pas, ces petits organes sont si répandus dans toute la famille, qu'une division établie sur leur présence serait d'une utilité médiocre. Les

(1) Depuis que ces lignes sont écrites, ce travail a été exécuté avec succès par M. Hobein (voy. plus haut).

adaptations non purement épharmoniques sont déjà utilisées ; elles sont du reste peu nombreuses, et leur valeur, lorsqu'il s'agit d'organes végétatifs, ne dépasse pas la valeur générique ou même subgénérique. Le clématisme de la plupart des Thunbergiées, la distinction en herbes et en arbrisseaux, etc., la réduction du système foliaire et la transformation en épines des rameaux axillaires, etc. La forme et la préfloraison de la corolle, qui peuvent être considérées jusqu'à un certain point comme le résultat de l'adaptation aux insectes, ont été utilisées comme il convient par M. Anderson.

VARIATIONS ÉPHARMONIQUES.

L'épharmonisme des Acanthacées paraît être très homogène. Il est vrai que je n'ai étudié que des plantes cultivées, par cela même adaptées à des milieux moyens, les autres n'étant guère propres à la culture. Néanmoins il est peu probable qu'il y ait sous ce rapport des variations bien considérables. Selon toute apparence tout se réduira à la structure bifaciale ou centrique du mésophylle et au revêtement pileux plus ou moins dense. Ce dernier surtout se présente quelquefois (*Petalidium*, etc.) avec des caractères spéciaux : le *tomentum minutissimum* des auteurs, si fin et si dense qu'il est à peine visible à l'œil nu et qu'il donne aux feuilles sèches l'apparence de la terre de pipe (1).

Xérophilie. — 1. *Par épargne.* — Les poils seuls paraissent prémunir la plante contre la trop forte transpiration. Les stomates sont presque toujours limités à la face inférieure ; je les ai rarement observés à la face supérieure (*Sanchezia*). La cuticule est rarement bien épaisse (*Sericographis*).

2. *Par réserve.* — Par sa hauteur, souvent très remarquable, l'épiderme supérieur se dévoile comme un réservoir d'eau (*Dilivaria*, *Fittonia*, *Ruellia*, *Ebermaiera*, etc.). Je n'ai pas rencontré un seul cas d'un réservoir d'eau d'une nature différente, sauf quelques cas de faible carnosité.

(1) Je dois dire à ce propos que je n'ai pas eu l'occasion de voir les poils étoilés dont il est question dans les ouvrages descriptifs.

Héliophilie. — Toutes les espèces que j'ai étudiées présentent un mésophylle bifacial; l'espèce la plus héliophile que j'aie trouvée est l'*Ebermaiera subpaniculata*, avec une seule assise de palissades environ huit fois plus longues que larges, et occupant environ la moitié de l'épaisseur du mésophylle.

Les moins héliophiles sont le *Cystacanthus turgidus* dont le mésophylle subcharnu, d'une dizaine d'assises de cellules, présente une très légère différenciation en palissades dans les deux assises supérieures, et le *Fittonia gigantea*, espèce hygrophile dont les feuilles très minces renferment une assise de palissades une fois et demie plus hautes que larges. Les autres espèces, avec une, deux ou trois assises de palissades se rangent entre ces deux extrêmes. Il est probable, en raison même de la médiocrité des qualités épharmoniques, que ces plantes sont très variables, très sensibles à l'influence du milieu. Ces qualités, ainsi que la facilité avec laquelle elles se multiplient par le bouturage, les rendent éminemment propres à la culture.

Classe X. — LAMIALES.

26. — VERBÉNACÉES.

(Pl. 15, fig. 4 à 6.)

Poils tecteurs unisériés, cylindriques ou coniques, ou unicellulés soit très réduits, soit cystolithiques, rarement unisériés rameux; poils capités sessiles ou à pied unisérié allongé, à tête 1-multicellulée, divisée verticalement. Stomates entourés de 3 ou de plusieurs cellules irrégulièrement disposées. Cristaux prismatiques simples ou mâclés, rarement agglomérés, quelquefois nuls. Laticifères et autres glandes internes nuls.

La famille des Verbénacées n'est pas, comme celle des Labiées, ce qu'on pourrait appeler une famille uninodale. En écartant les Phrymées, les Stilbées, les Chloanthées, les Caryoptéridées, les Symphoremées et les *Avicennia*, que je n'ai pu étudier, l'anatomie me montre les Viticées (*Callicarpa*, *Ægiphila*, *Premna*, *Vitex*, *Clerodendron*) comme un groupe

compact, tandis que les Verbénées présentent une certaine incertitude dans la structure des organes habituellement les plus constants; le genre *Stachytarpheta*, par exemple, ressemblerait plutôt à une Viticée qu'à ses congénères de la tribu des Verbénées, mais partout l'affinité avec les Labiées est des plus visibles.

J'ai étudié toutes les espèces que j'ai pu me procurer vivantes, mais leur nombre est trop restreint, relativement à l'importance de la famille pour que j'aie pu voir clair dans tous les cas très complexes qui se sont présentés. La monographie anatomique des Verbénacées est une de celles que je recommanderai chaudement; même sans compter l'intérêt capital qu'elle présente au point de vue taxinomique, elle promet des révélations inattendues qui enrichiront l'anatomie générale.

Dans les vraies Viticées (*Vitex*, *Clerodendron*, *Callicarpa*), les poils tecteurs sont unisériés, ordinairement pluricellulés, cylindriques droits ou tortueux ou coniques-fusiformes obtus (*Clerodendron fœtidum*), à parois peu épaissies, lisses ou ornées de perles (*Cl. viscosum*); ils sont rameux comme ceux des *Verbascum* chez le *Callicarpa americana*. A côté de ces poils normaux, on trouve sur les feuilles du *Vitex Agnus castus* de petites pointes coniques, unicellulées, implantées sur la cloison qui sépare deux cellules épidermiques, de sorte que leur position correspond exactement à celle de la cellule mère spéciale d'un stomate de Labiée, et cependant les stomates du Vitex n'appartiennent pas à ce type.

Chez le *Stachytarpheta mutabilis*, le poil unisérié, à parois peu épaissies, ornées de perles, est encore la forme dominante; mais cette forme est mêlée à une autre plus réduite, conique, aiguë, bicellulée, la cellule inférieure pouvant en outre se diviser longitudinalement. Ce même poil bicellulé, par conséquent encore unisérié, se retrouve sur le pétiole du *Citharexylum barbinerve;* sur les jeunes organes du *Duranta Bonardi* (la plante adulte est glabre), ces petites pointes unicellulées sont mêlées à des poils unisériés, environ 8-cel-

lulés, dont la cellule terminale, plus large et beaucoup plus longue que les autres, est fusiforme aplatie et rappelle les poils que j'ai décrits chez l'*Epimedium niveum*, et, au nombre des cellules près, chez l'*Anona muricata*. Quant aux *Verbena*, aux *Lippia*, aux *Lantana*, les poils sont unicellulés (fig. 5), implantés dans une couronne de cellules épidermiques ordinairement saillantes; de plus ils sont cystolithiques, quelquefois entièrement remplis de ce support cellulosien incrusté de carbonate de chaux que j'ai décrit à propos des Bignoniacées et des Borraginées; de même que chez ces dernières, les cellules épidermiques qui entourent la base élargie du poil, peuvent donner naissance à une excroissance cystolithique faisant saillie à l'intérieur de la cellule. Je crois qu'il faut accuser la sécrétion cystolithique de la transformation du poil unisérié en poil unicellulé; en effet, chez le *Lippia Montevidensis* on voit des poils cylindriques, non cystolithiques à la face inférieure de la feuille, et même à l'extérieur de la corolle on en trouve qui sont franchement bicellulés, malgré la tendance à la réduction qui s'exerce presque partout sur les poils des organes pétaloïdes. C'est avec la plus grande réserve et en recommandant cet objet à de nouvelles recherches, que je vais dire quelques mots sur les poils rudimentaires du *Petræa volubilis*. Au milieu de chacune des cellules des deux épidermes, plus rarement sur la cloison qui sépare deux de ces cellules, et les cellules stomatiques ainsi que les cellules accessoires de l'appareil stomatique étant exceptées, s'élève une pointe conique très aiguë (fig. 4), plus large que haute, solide, sans cavité, qui, de même que toute la paroi épidermique, sauf une partie des cellules stomatiques, est fortement imprégnée de silice, de sorte que la feuille de cette plante constitue bien la lime la plus fine et la plus parfaite qu'on puisse voir (1).

A un degré plus avancé, la paroi épidermique s'épaissit audessous de l'insertion de cette pointe, l'épaississement discoïde

(1) La même particularité existe chez le *Delima sarmentosa*, une Dilléniacée qui est employée à polir les métaux.

fait une légère saillie vers l'intérieur de la cellule, mais bientôt il ne s'accroît plus qu'à la périphérie, de manière à former un entonnoir dont la partie évasée serait appliquée au-dessous du pourtour de la pointe extérieure, et dont la partie rétrécie s'avance dans l'intérieur de la cellule; disposition mécanique admirablement conçue pour donner à la pointe silicifiée une grande résistance à la pression de haut en bas. Mais ce n'est pas tout; la cellule épidermique étant limitée par une paroi sinueuse des contre-forts cellulosiens, partant des parties rentrantes des sinuosités, s'élève jusqu'à la paroi externe et redescend le long de l'entonnoir; il m'a semblé voir dans quelques cas que ces contre-forts, coulant pour ainsi dire le long des parois de l'entonnoir, peuvent descendre librement sous forme de trabécules jusqu'à la paroi opposée interne de la cellule épidermique; la pointe externe repose alors sur ces trabécules comme une coupole repose sur une colonnade intérieure. Il est bien entendu que les choses ne se passent pas toujours avec la même régularité, mais, comme la singularité de cette disposition et l'incertitude même que j'ai avouée, nécessitent de nouvelles recherches, il est inutile de les énumérer ici. Voici maintenant ce qu'on voit sur le pétiole : les pointes ne reposent plus sur une cellule unique, mais sur une masse cylindrique composée de plusieurs cellules plus hautes que larges, réunies en faisceau, quelquefois divisées transversalement. Sont-ce là de véritables cellules, comment cette modification procède-t-elle de l'appareil plus simple, c'est ce qu'une bonne étude organogénique pourra seule nous apprendre.

Les poils capités sont conformes à ceux des Labiées : les uns seront sécréteurs; chez les autres, la sécrétion est au moins douteuse; dans ce dernier cas, le poil est ordinairement pédiculé, à pied unisérié, à tête unicellulée; cette forme sans importance se trouve mêlée aux autres. Quant aux vrais poils glanduleux, ils sont plus ou moins sessiles et la tête est 1-multi-cellulée, le plus souvent 4- ou 8-cellulée (fig. 4); dans l'immense majorité des cas, les cloisons qui divisent la

tête sont toutes verticales; il en résulte même, plus nettement que chez les Labiées, que la tête prend une forme aplatie, en écusson, en même temps que la sécrétion devient moins manifeste, peut-être même nulle (*Cytharexylum*, *Clerodendron fœtidum*, etc.); sur les bractées du *Verbena Melindres*, la tête multicellulée, aplatie, chargée d'une matière colorante jaune ou violette, repose sur un pied bicellulé, allongé, dont la cellule supérieure, transformée en hypophyse, prend une forme obconique.

Sur le pétiole du *Clerodendron viscosum*, on en trouve dont la tête, reposant sur un pied unisérié, paucicellulé, subit également des divisions transversales.

Les poils subissent des métamorphoses intéressantes sur les organes pétaloïdes de la fleur, notamment dans le tube de la corolle, où ils sont sans doute chargés de colliger le pollen. Chez les *Verbena Bonariensis* et *Melindres*, l'extérieur de la corolle présente de longs poils simples et unicellulés, ornés de perles cuticulaires; dans la gorge de la corolle, ces poils, toujours unicellulés et ornés de perles, portent une longue série d'étranglements du plus élégant effet; à mesure qu'on descend dans le tube de la corolle, les étranglements disparaissent de la base au sommet, et finalement il n'en reste plus qu'un seul qui, par suite de l'épaississement de la paroi, peut même se transformer en une cloison transversale et séparer un petit lumen terminal de la grande cavité du poil. Le même phénomène d'adaptation se fait sentir sur les poils capités du tube de la corolle du *Petræa racemosa;* la tête, 4–8-cellulée, glanduleuse, repose sur un pied unisérié, composé de deux cellules dont la supérieure, très courte, constitue l'hypophyse, et dont l'inférieure, très longue, à peu près de même largeur que la tête, à paroi mince, ornée de stries cuticulaires, porte un grand nombre de saillies disposées sans ordre apparent, et dont les cavités sont en continuité avec la cavité générale de la cellule.

L'aspect de l'appareil stomatique est constant, à quelques irrégularités près; le stomate est ordinairement entouré de

trois cellules épidermiques (fig. 4 et 5), quelquefois, et sur la même feuille, de plusieurs; j'en ai étudié le mode de développement chez le *Cytharexylum quadrangulare* (fig. 6), la cellule mère primordiale se divise d'abord par une cloison courbe; une seconde cloison, courbe également, mais en sens contraire, inclinée d'environ 60 degrés sur la première, limite la cellule mère spéciale, qui subit enfin une division dont l'orientation ne paraît pas être constante; souvent les divisions préliminaires sont au nombre de trois au lieu de deux, mais cela ne change rien au type de l'appareil stomatique. La seule irrégularité sérieuse que j'aie rencontrée, c'est que, chez le *Stachytarpheta mutabilis*, le type caryophyllé habituel aux Labiées, se trouve mélangé au type ordinaire des Verbénacées; on y trouve réunies toutes les formes de passage de l'un à l'autre type. Serait-ce là vraiment un indice de l'affinité des Verbénacées avec les Labiées, indice dont nous verrons la réciproque dans la tribu des Ajugoïdées? La chose en elle-même ne serait pas surprenante; ce qui l'est davantage, c'est qu'elle apparaît dans un genre qui ne peut guère passer pour servir d'intermédiaire entre ces deux familles.

Les cristaux prismatiques, souvent allongés, quelquefois terminés par des pointements octaédriques, sont de beaucoup les plus communs (*Stachytarpheta*, mésophylle du *Vitex Agnus-castus*, etc.); ils sont quelquefois très petits, de manière à mériter le nom d'acicules (nervure médiane du *Premna scandens*); ailleurs (pétiole et nervure médiane du *Clerodendron fœtidum*), ces formes sont mêlées à des octaèdres très aplatis; enfin, dans les pétioles du *Callicarpa americana* et du *Vitex Agnus-castus*, on trouve également de petites agglomérations confuses (1).

Le système fibro-vasculaire du pétiole et de la nervure

(1) C'est dans l'écorce primaire, dans le voisinage du liber et dans la partie corticale des rayons médullaires de la tige du *Clerodendron viscosum* que j'ai vu les plus beaux prismes, simples ou mâclés, souvent réunis au nombre de 2-6 dans une même cellule corticale et logés dans une masse homogène qui reste après la dissolution des cristaux dans l'acide chlorhydrique. Je crois pou-

médiane est très variable, suivant la taille des feuilles. En allant du simple au composé, nous trouvons d'abord un faisceau arqué sans fibres mécaniques (*Lippia Montevidensis*, *Citharexylum cyanocarpum*), ensuite les deux cornes de l'arc libéro-ligneux tendent à se détacher et à former deux fascicules latéraux (*Stachytarpheta mutabilis*); les deux fascicules latéraux s'individualisent plus complètement et s'écartent du faisceau médian (*Petræa volubilis*, *Citharexylum quadrangulare*, *Callicarpa americana*), le faisceau médian est disjoint en un assez grand nombre de faisceaux (*Clerodendron viscosum*); dans tous ces cas, il n'y a pas de fibres mécaniques dans le pétiole.

Chez le *Premna scandens*, les choses se compliquent en ce sens que l'arc libéro-ligneux, disjoint en une multitude de fascicules dont chacun est soutenu extérieurement par un massif fibreux, infléchit ses deux cornes de manière à opposer les faisceaux terminaux à l'un des faisceaux, ordinairement le deuxième, qui les suivent; en même temps, tout l'arc subit une courbure nouvelle qui lui donne la forme d'une lyre.

Dans le pétiole du *Vitex Agnus-castus*, il existe un faisceau arqué, accompagné en dessous de nombreux massifs fibreux, et deux fascicules latéraux supérieurs, également munis de fibres mécaniques; dans la concavité de l'arc médian, se trouve une nouvelle série de faisceaux presque entièrement libériens, à bois rudimentaire ou même nul.

Chez le *Citharexylum barbinerve*, l'arc médian, soutenu en dessous par cinq puissants massifs fibreux et accompagné de deux fascicules latéraux sans fibres, se referme sur lui-même pour former un anneau aplati en haut. Le parenchyme est parsemé de nombreuses cellules scléreuses.

Enfin chez le *Clerodendron fœtidum*, l'anneau médian, dépourvu de fibres mécaniques, est disjoint en un assez grand nombre de fascicules inégaux et accompagné de chaque côté

voir affirmer que ce sont des prismes obliques et que l'apparence de prismes droits n'est due qu'à un effet de perspective; cela résulte surtout très clairement de l'aspect des mâcles qui offrent presque toujours la forme en zigzag.

de deux fascicules qui correspondent aux bords de la gouttière pétiolaire.

En général, la disposition des faisceaux dans la nervure médiane est une réduction de celle qui vient d'être décrite pour le pétiole; mais, ainsi que cela arrive si souvent, l'arc, largement ouvert dans le pétiole, tend à se fermer en haut dans la nervure médiane; chez le *Callicarpa*, par exemple, cet arc, continu dans le pétiole, se disjoint dans la nervure médiane, et les deux cornes détachées se rapprochent l'une de l'autre; il en est à peu près de même chez le *Premna* : l'arc médian subsiste et au-dessus, dans sa concavité, se logent deux faisceaux inverses étroitement accolés l'un à l'autre.

La nervure médiane du *Clerodendron fœtidum* ressemble presque parfaitement au pétiole; dans le *Citharexylum barbinerve*, au contraire, l'anneau libéro-ligneux du pétiole se transforme, dans la nervure médiane, en un faisceau arqué, à bois très puissant, soutenu en dessous par une large bande fibreuse et dans lequel s'empâtent, pour ainsi dire, deux fascicules supérieurs surmontés d'une autre bande fibreuse.

Il est clair que la réduction doit être beaucoup plus grande quand, du pétiole commun d'une feuille de *Vitex*, nous passons à la nervure médiane de l'une des folioles; en effet, là, nous ne trouvons plus qu'un faisceau arqué sans fibres mécaniques, dans la concavité duquel se loge un assez gros faisceau presque entièrement libérien.

SUBDIVISION DE LA FAMILLE.

Je ne crois pas qu'il soit possible de découvrir d'autre caractère anatomique rationnel, pouvant servir à établir de grandes coupes, que les poils dont il a été question plus haut. Il est clair, cependant, que je ne veux parler ici que des caractères tirés de l'anatomie des tissus des organes végétatifs. A en juger d'après les exemples que j'ai eus sous les yeux,

toutes les espèces seront facilement définies anatomiquement, par leur système pileux, par leurs cristaux s'il y en a, par leurs caractères épharmoniques.

VARIATIONS ÉPHARMONIQUES.

Dans toutes les espèces que j'ai étudiées, le mésophylle est bifacial et l'épiderme supérieur dépourvu de stomates.

Chez le *Callicarpa americana*, espèce héliophobe, le mésophylle consiste en trois assises à peine différenciées : c'est une des feuilles les plus minces et les plus délicates que je connaisse. Les autres espèces présentent une, deux ou plusieurs assises de palissades plus ou moins longues, plus ou moins nettement distinctes du parenchyme spongieux ; le *Petræa* et le *Clerodendron fœtidum* me paraissent être les espèces les plus héliophiles, si l'on considère la longueur des cellules en palissades comme le meilleur criterium. Le mésophylle du *Vitex Agnus-castus* est entièrement composé de cellules en palissades environ trois fois plus longues que larges, très serrées à la face supérieure, lâchement unies à la face inférieure.

Quant à la xérophilie, le revêtement pileux joue un rôle considérable et grâce à lui les stomates sont souvent saillants (*Callicarpa*, *Vitex*, etc.). La cuticule est fortement épaissie chez le *Citharexylum barbinerve* et ornée de fortes stries, les cellules épidermiques sont hautes, à parois latérales minces et pourraient bien servir de réservoirs d'eau ; les petits fascicules des veinules, immergés dans le mésophylle, sont accompagnés en dessus et en dessous de massifs fibreux ; les cellules scléreuses, disséminées dans le parenchyme du pétiole, achèvent de donner à cette plante une physionomie assez xérophile quoiqu'elle soit fort médiocrement héliophile.

Il est évident que la cuticule fortement imprégnée de silice du *Petræa volubilis* doit être considérée comme un caractère de xérophilie.

La tige, presque autant que la feuille, surtout l'écorce,

varie et pourra servir soit à déterminer les espèces, soit à préciser les allures végétatives des genres. Le périderme, par exemple, s'établit tantôt sous l'épiderme, tantôt au milieu de l'écorce primaire, sous une forte couche collenchymateuse, tantôt sous les fibres corticales.

27. — LABIÉES.

(Pl. 15, fig. 7 à 11.)

Poils tecteurs unisériés, simples, coniques, cylindriques ou flagelliformes, ou rameux, ordinairement ornés de perles cuticulaires; poils capités, glanduleux ou non, sessiles ou à pied unisérié, à tête 1-multicellulée. Stomates accompagnés de 2 ou plusieurs cellules perpendiculaires à l'ostiole (type caryophyllé); cellule mère spéciale née après deux ou plusieurs divisions par des cloisons courbes contrariées, l'ostiole étant perpendiculaire à la corde commune des deux dernières cloisons. Cristaux nuls. Laticifères et autres glandes internes nuls.

La famille des Labiées est tellement homogène que je pourrai limiter cet exposé à un petit nombre de pages, malgré l'importance numérique de la famille et le grand nombre des espèces étudiées.

La forme la plus commune des poils tecteurs est conique (fig. 7), à base assez large (*Melissa*, *Horminum*, *Ziziphora*, *Perilla*, *Pycnostachys*, etc., etc.). Le nombre des cellules dont ils sont composés est naturellement variable suivant leur longueur ; à la face inférieure des feuilles du *Galeopsis Tetrahit*, on en trouve même qui se réduisent à une large cellule basilaire surmontée d'une cellule conique beaucoup plus étroite ; une forme semblable, mais plus grande, existe également chez le *Lamium album*.

On peut citer, comme cas de réduction extrême, le *Thymus vulgaris* (fig. 10 et 11), dont l'épiderme supérieur est couvert de petites pointes coniques, quelquefois même plus larges que hautes, correspondant aux cellules épidermiques et simulant ainsi de simples papilles, mais cependant séparées de la cellule basilaire par une cloison transversale.

Les parois, même les transversales, sont ordinairement assez épaissies et le poil, surtout au sommet, est orné de perles cuticulaires. Il serait superflu de s'étendre davantage sur toutes les formes qui, de ces simples pointes obtuses, conduisent au poil cylindrique, multicellulé droit, arqué ou genouillé, et qui se rencontrent diversement distribuées, dans la même espèce. Il y aura beaucoup à faire sous ce rapport, pour la définition de l'espèce et même du genre, mais c'est un travail qu'il faudra laisser à ceux qui voudront se livrer à des recherches monographiques.

Les poils flagelliformes ont été observés sur les feuilles et sur la tige du *Salvia grandiflora* (fig. 9), ils sont unisériés, composés d'articles allongés, souvent un peu renflés aux extrémités, tordus, contournés et enchevêtrés les uns dans les autres de manière à former un feutre plus ou moins dense; sur la tige, l'article inférieur est épaissi jusqu'à la disparition du lumen, et représente le manche du fouet; sur la feuille, ce sont en général les articles terminaux qui se transforment en une masse solide par l'épaississement extrême des parois.

Il me reste à dire quelques mots des poils ramifiés du *Rosmarinus officinalis* et des *Lavandula*. Ils sont unisériés et les ramifications, comme chez les *Verbascum*, sont formées par des cellules distinctes partant latéralement de l'axe monopodial du poil, et pouvant à leur tour se diviser et se ramifier. Les parois s'épaississent différemment suivant les espèces, peu chez le *Rosmarinus* et le *Lavandula spica* (fig. 8), jusqu'à presque disparition du lumen chez le *L. vera*. Ils peuvent en outre se réduire à deux petites branches coniques, divergentes, et toutes les formes, simples et compliquées, sont mélangées sur la même feuille.

Les poils capités, glanduleux, sessiles ou subsessiles, souvent logés dans de petites dépressions, abondent et constituent un des caractères les plus constants de la famille; la tête est ordinairement 4-cellulée à divisions verticales, plus rarement 8-cellulée (fig. 11) ou 1-2-cellulée, très rarement (*Elsholtzia cristata*), d'abord divisée en huit cellules dont

quatre ou toutes les huit subissent ensuite une nouvelle division verticale, mais tangentielle. Comme toujours, le produit de la sécrétion, souvent coloré en jaune ou en orangé (*Pycnostachys reticulata*), se loge sous la cuticule distendue, et constituant une vessie unique, rarement retenue à l'endroit des cloisons de manière à présenter autant de lobes qu'il y a de cellules (*Horminum pyrenaicum*).

Dans une seule plante, le *Physostegia imbricata*, je n'ai pas trouvé de poils glanduleux ; en revanche, et on dirait par une sorte de compensation, le mésophylle contient, dans sa région moyenne, de grandes cellules qui renferment quelquefois des gouttelettes d'huile.

Les poils capités, non glanduleux (?), à pied unisérié, quelquefois très court, à tête unicellulée, coexistent assez fréquemment avec les autres (*Lavendula vera*, *Micromeria rupestris*, *Pogostemon plectranthoides*).

La cellule mère primordiale du stomate se divise par une cloison à laquelle succède une seconde, courbe, présentant sa concavité du côté de la première ; le plus souvent la cellule ainsi limitée au milieu de la cellule mère primordiale et suspendue, pour ainsi dire, par deux cloisons aux parois de celle-ci, devient directement la cellule mère spéciale qui subit une dernière division perpendiculaire à corde de la cloison courbe précédente (fig. 8). Le nombre des divisions courbes qui précèdent la formation de la cellule mère spéciale, est d'ailleurs souvent variable dans la même plante ; on en voit quelquefois trois (*Satureia montana*, *Origanum vulgare*, etc.).

Dans la tribu des Ajugoïdées, chez le *Teucrium Scordium*, par exemple, et chez l'*Amethystea cærulea*, le mode de développement du stomate si caractéristique des Labiées commence à se troubler.

Le type caryophyllé persiste chez le *Teucrium*, mais on voit par-ci par-là, sur la même feuille, des stomates entourés de plusieurs cellules épidermiques irrégulièrement disposées. Chez l'*Amethystea* on trouve les formes les plus variées, dont quelques-unes rappellent le type crucifère. Il n'est pas dou-

teux, ainsi que je l'ai dit ailleurs, que cette particularité de quelques Ajugoïdées n'exprime l'affinité étroite qui rattache ces plantes aux Viticées. Ce qui plaide le mieux en faveur de cette opinion, c'est que le trouble le plus profond existe précisément dans le genre *Amethystea*, qui est à juste titre considéré comme le chaînon intermédiaire entre les Labiées et les Verbénacées, et que Bocquillon avait même rangé parmi ces dernières.

Dans les cas relativement peu fréquents où le pétiole est très bien différencié, il renferme un faisceau arqué, et de chaque côté un fascicule latéral qui correspond aux cornes de la section transversale (*Elsholtzia*, *Gardoquia*, *Ocimum*, *Lavandula Spica*, etc.), ou deux faisceaux dont l'externe est le plus fort (espèce du genre *Salvia*) ; quelquefois le faisceau moyen reste disjoint en plusieurs (5) fascicules (*Horminum*).

Dans le cas contraire, il y a soit un seul faisceau, soit plusieurs faisceaux accompagnés ou non de fascicules latéraux en nombre variable qui correspondent aux décurrences du limbe.

Le parenchyme vert et le collenchyme, s'il y en a, y sont distribués d'une manière très variable. Il sera même possible de tirer de bons caractères spécifiques des différents modes d'arrangement des tissus dans le pétiole. Quoique je sois en mesure de fournir un grand nombre d'indications à ce sujet, je pense qu'un exposé de cette nature trouverait mieux sa place dans un travail monographique.

Les fibres mécaniques font presque toujours défaut dans le pétiole; en effet, je ne les ai trouvés bien développés que dans le *Salvia glutinosa*, sur les deux cornes du faisceau médian et autour du liber des faisceaux externes, qui soutiennent les bords de la rigole pétiolaire.

Même la nervure médiane, qui ne contient qu'un seul faisceau rattaché aux deux épidermes ou seulement à l'épiderme inférieur dans les petites feuilles, par un parenchyme incolore hypertrophié à la face inférieure, n'est guère mieux partagée; seul le *Thymus vulgaris* montre un puissant massif fibreux du côté libérien du faisceau.

SUBDIVISION DE LA FAMILLE.

C'est à peine si l'anatomie de la famille permettra de définir nettement, grâce surtout à la forme des poils, quelques genres ou peut-être quelques groupes naturels de genres (1). Tous les autres caractères anatomiques ne dépassent pas la valeur spécifique, mais ils sont en général très nets et la description de l'espèce gagnera beaucoup lorsqu'on y aura joint les caractères anatomiques.

VARIATIONS ÉPHARMONIQUES.

La plupart des Labiées étant des plantes herbacées, on ne peut pas s'attendre à y trouver une grande variété de conditions épharmoniques.

Le mésophylle est bifacial ou centrique; quelques espèces, comme le *Lavandula Spica* et le *Satureia montana* présentent même une structure centrique des plus caractérisées; d'autres fois les palissades de la face inférieure sont beaucoup moins développées que celles de la face supérieure (*Lavandula vera*, etc.), ou, du moins dans les endroits éclairés, tout le mésophylle consiste en palissades médiocrement différenciées (*Physostegia*). Les stomates existent sur les deux faces ou seulement sur la face inférieure.

La plupart des espèces herbacées ne sont que faiblement héliophiles et nous montrent des palissades qui ne diffèrent des cellules du parenchyme spongieux que par un faible allongement vertical sans aucun changement dans le diamètre transversal des cellules. Souvent ces feuilles appartiennent aux plus minces qu'on puisse observer (*Galeopsis Tetrahit, Perilla Nankinensis*) et dont le mésophylle ne compte que trois assises de cellules.

Le plus souvent, dans les espèces quelque peu héliophiles,

(1) Il sera indispensable d'étudier le pollen, qui n'est pas le même pour toutes les Labiées.

et à mésophylle bifacial, les palissades, sur une ou deux assises, occupent environ la moitié de l'épaisseur totale.

Parmi toutes ces formes peu caractérisées, le *Rosmarinus officinalis* mérite une mention spéciale; les feuilles sont éricoïdes, à bords révolutés, formant avec la nervure médiane saillante deux gouttières dans lesquelles les nervures secondaires font des saillies moins considérables; dans ces gouttières l'épiderme inférieur est couvert de ces poils rameux que j'ai décrits et les stomates sont légèrement saillants. Un hypoderme continu, à grandes cellules ponctuées, s'étend sous l'épiderme supérieur; les faisceaux, beaucoup plus rapprochés de l'épiderme inférieur que de la face supérieure, se rattachent à l'hypoderme par des lames verticales de parenchyme incolore. Les palissades, environ quatre fois plus longues que larges, disposées sur deux assises, tranchent nettement sur le parenchyme très spongieux, à cellules ramifiées polyaxes de la face inférieure. Le Romarin est la seule plante qui offre un indice certain de xérophilie (l'hypoderme) et parmi les autres, quelques-unes, comme le *Lamium album*, dénotent leur hygrophilie par la présence de la chlorophylle dans les cellules de l'épiderme inférieur.

27. — PLANTAGINÉES.

(Pl. 15, fig. 12.)

Poils tecteurs unisériés, souvent paucicellulés à article terminal très long; poils capités, peu répandus, à pied unisérié, à tête bicellulée, divisée verticalement. Stomates accompagnés de 2 ou plusieurs cellules perpendiculaires à l'ostiole (type caryophyllé), plus rarement et sur la même feuille, refoulés sur le côté de la cellule mère primordiale, de sorte qu'ils paraissent entourés de 3 cellules épidermiques, très rarement cette dernière forme seule. Cristaux nuls. Laticifères et autres organes sécréteurs nuls.

En présence des affinités si problématiques de cette famille, on sera certainement content de savoir jusqu'à quel point les caractères anatomiques confirment les différentes opinions qui ont été émises à ce sujet.

L'appareil stomatique et les poils tecteurs des Plantaginées sont les mêmes que ceux des Labiées; seuls les poils glanduleux sessiles si caractéristiques pour ces dernières, font défaut aux Plantaginées. Les caractères végétatifs, absence habituelle des cristaux, absence de glandes internes, sont également communs aux deux familles; le rapprochement des Plantaginées et des Labiées paraît donc entièrement justifié.

Quoique j'aie étudié un certain nombre d'espèces de la famille des Plombaginées et des Primulacées, je préfère pourtant laisser provisoirement ces familles de côté, parce que l'étude préliminaire y a révélé une inconstance dont la signification véritable ne pourra ressortir que de recherches étendues sur un grand nombre d'espèces; ce que je sais, suffira pourtant pour examiner les rapports anatomiques de ces familles avec les Plantaginées.

Les poils tecteurs des Plombaginées, partout où j'ai pu en voir, car les plantes glabres sont fréquentes, sont unicellulés (*Statice sinuata*, *elata*. etc.), ils diffèrent donc profondément de ceux des Plantaginées.

Les stomates des Plombaginées appartiennent au type crucifère sur les grandes feuilles radicales des *Statice* et sur celles du *Plumbago Larpentæ*, mais sur les feuilles linéaires de l'*Acantholimon venustum*, ils appartiennent assez franchement au type rubiacé; jusqu'à présent je n'ai rencontré aucune trace du type caryophyllé dans cette famille.

Il faut en conclure que les caractères de l'anatomie de la feuille s'opposent au rapprochement des Plombaginées et des Plantaginées (1).

Restent les Primulacées : chez celles-ci les poils tecteurs sont unisériés, sur les organes floraux (gorge de la corolle des *Primula*, filets des étamines de l'*Anagallis*); mais les stomates

(1) Je profite de cette occasion pour dire que les stomates et les poils des Plombaginées s'accordent fort bien avec ceux des Polygonées; même la structure du pétiole des grands *Rumex* rappelle celle qu'on observe chez les *Statice* à grandes feuilles.

sont entourés de trois ou de plusieurs cellules épidermiques et n'appartiennent jamais, du moins dans les espèces que j'ai étudiées, au type caryophyllé.

En résumé, puisqu'il faut donner une place à la famille des Plantaginées, on fera mieux de la rapprocher des Labiées que des Primulacées ; quant aux Plombaginées, elles en paraissent fort éloignées.

Les poils sont unisériés, pluricellulés, par réduction, coniques, à parois assez épaisses, rugueuses, chez le *Plantago Cynops*, à peu près semblables, moins épaisses chez le *Pl. media*. Ils sont très longs, à parois minces, à cellules affaissées sur la gaine de la feuille du *Pl. subulata*, à parois fortement épaissies sur la tige du *Pl. aristata*, submoniliformes sur celle du *Pl. lanceolata;* sur les feuilles (nervure médiane) de ces deux dernières espèces, ils subissent une métamorphose remarquable ; on voit à la base une ou deux cellules larges, mais basses, à parois minces, et le long fût du poil est formé par une seule cellule à paroi épaissie jusqu'à la disparition du lumen. Les poils capités à tête bicellulée ont été trouvés chez les *Pl. Cynops*, *arenaria* et *media*.

La forme dominante des stomates est celle qui caractérise les Labiées (*Pl. lanceolata*, *aristata*, *subulata* (fig. 12), *Cynops*, etc.), elle est souvent troublée par le déplacement latéral de la cloison en U, mais presque jamais au point de causer un grand embarras ; seul le *Pl. media* ne m'a pas offert un seul stomate répondant exactement au type caryophyllé.

Les dimensions des feuilles étant très variables, il fallait s'attendre à trouver dans le pétiole un appareil libéro-ligneux plus ou moins compliqué. Toujours les faisceaux parfaitement isolés, alternant avec des fascicules beaucoup plus petits, sont disposés suivant un arc. Chez le *Pl. lanceolata* les gros faisceaux sont au nombre de cinq, chez le *Pl. media*, au nombre de sept, chez le *Pl. maxima*, au nombre de onze ou de treize, et les fascicules alternes se multiplient à la face inférieure du pétiole, à droite et à gauche du faisceau médian. Chez les espèces à grandes feuilles, chaque faisceau prend la forme

d'un arc et il est revêtu en dessous d'une demi-gaine de fibres peu épaissies et en dessus d'une bande fibreuse qui peut devenir confluente avec la demi-gaine inférieure pour former une gaine complète; cette structure explique pourquoi on peut arracher les faisceaux isolés du pétiole de ces plantes.

Les stomates sont répandus sur les deux faces; le plus souvent, notamment chez les espèces à feuilles subulées (*aristata*, *subulata*, *Cynops*), et quelquefois chez les autres (*Pl. maxima*) le mésophylle est bifacial et présente de chaque côté des palissades environ deux à trois fois plus longues que larges, disposées sur un nombre variable d'assises. Le mésophylle est au contraire bifacial et très peu héliophile chez les *Pl. lanceolata* et *media*.

La formation des poils, la présence ou l'absence des poils capités, l'aspect de l'appareil stomatique, les stries cuticulaires, le mésophylle bifacial ou centrique, plus ou moins héliophile, la structure du pétiole permettront de définir anatomiquement la plupart sinon la totalité des bonnes espèces.

RÉSUMÉ DES CARACTÈRES DES FAMILLES.

Série I. — INFÈRES.

Classe I. — Rubiales.

1. *Caprifoliacées*.
   Poils tecteurs unicellulés.
   Poils capités, à tête pluri-cellulée divisée verticalement et transversalement.
   Stomates ordinairement entourés de plusieurs cellules.
   Cristaux simples, clinorhombiques ou agglomérés, rarement (*Sambucus*) poudre subamorphe.

2. *Rubiacées*.
   Poils tecteurs unisériés, rarement unicellulés.
   Stomates accompagnés de deux ou de plusieurs cellules parallèles à l'ostiole.
   Cristaux variés suivant les groupes naturels, simples, clinorhombiques ou mâclés, composés-agglomérés ou aciculaires, ou en raphides, ou en poussière subamorphe.

Classe II. — Astérales.

3. *Valérianées*.
   Poils tecteurs ordinairement unicellulés.
   Poils capités, à tête divisée verticalement et horizontalement.

Stomates entourés de trois ou plusieurs cellules.
Cristaux nuls.

4. *Dipsacées.*
Poils tecteurs unicellulés.
Poils capités, à tête divisée verticalement et horizontalement.
Stomates entourés de trois ou de plusieurs cellules.
Cristaux nuls.
(Mêmes caractères que les Valérianées.)

5. *Composées.*
Poils tecteurs unisériés et bi-pluri-sériés.
Poils capités, à pied uni-bi-pluri-sérié, à tête pluricellulée, divisée verticalement et horizontalement.
Stomates entourés de trois ou de plusieurs cellules.
Cristaux prismatiques, aciculaires ou octaédriques, diversement modifiés.
Canaux oléifères, ou canaux oléifères et cellules résinifères ou laticifères articulés appartenant au péricycle.

Classe III. — CAMPANALES.

6. *Campanulacées.*
Poils unicellulés simples.
Stomates entourés de trois ou de plusieurs cellules.
Cristaux nuls.
Laticifères articulés dans le liber.

SÉRIE II. — HÉTÉROMÈRES.

Classe IV. — ÉRICALES.

7. *Éricacées.*
Poils tecteurs unicellulés, simples ou plurisériés.
Poils glanduleux en écusson ou capités.
Stomates ordinairement entourés de plusieurs cellules.
Cristaux simples, clinorhombiques, octaédriques, diversement modifiés, ou mâclés, ou agglomérés.
Parenchyme fondamental souvent hétérogène.

8. *Vacciniacées.*

9. *Épacridées.*

10. *Diapensiacées.*
(Trois familles traitées comme des annexes aux Éricacées.)

Classe V. — PRIMULALES.

11. *Myrsinées.*
Poils tecteurs unisériés, rares.
Poils en écusson ou capités à divisions verticales.
Stomates entourés de trois ou de plusieurs cellules.
Cristaux prismatiques, simples, modifiés ou mâclés, ou grossièrement agglomérés.

Glandes résinifères ou oléo-résinifères schizogènes (toujours?), ou cellules résinifères chez les *Eumyrsinées*, rudimentaires ou nulles chez les *Théophrastées*.

Primulacées.

Mêmes caractères que chez les Myrsinées. Glandes chez les Lysimachiées.

Plombaginées. — ?

Classe VI. — ÉBÉNALES.

12. *Sapotacées*.

Poils malpighiacés, rarement simples par avortement.

Stomates entourés de trois ou de plusieurs cellules.

Cristaux simples, clinorhombiques, modifiés ou mâclés, rarement grossièrement agglomérés.

Laticifères articulés dans le parenchyme fondamental.

13. *Ébénacées*.

Poils tecteurs unicellulés, simples.

Poils capités (peu répandus), à tête 1-pauci-cellulée, divisée verticalement.

Stomates entourés de plusieurs cellules épidermiques.

Cristaux prismatiques simples ou diversement modifiés, souvent à faces concaves, plus rarement mâclés ou agglomérés.

14. *Styracées*. — ?

SÉRIE III. — BICARPELLÉES.

Classe VII. — GENTIANALES.

15. *Oléacées* (sensu stricto).

Poils capités ou en écusson, ordinairement enfoncés dans une dépression épidermique, à tête pluri-multicellulée, divisée verticalement.

Stomates ordinairement entourés de plusieurs cellules, ordinairement plus grands que les cellules environnantes.

Cristaux aciculaires, très petits, répandus dans tous les parenchymes, fréquents dans l'épiderme.

16. *Apocynées*.

Poils simples, unisériés ou unicellulés.

Stomates accompagnés de deux cellules parallèles à l'ostiole, plus rarement entourés de trois cellules.

Cristaux simples, mâclés ou agglomérés.

Laticifères non articulés.

Faisceaux bicollatéraux.

17. *Asclépiadées*.

Mêmes caractères que les Apocynées.

18. *Loganiacées*.

? Famille dépourvue d'homogénéité (voy. le texte).

Gentianées. — ?

Classe VIII. — POLÉMONIALES.

19. *Borraginées.*
Poils unicellulés, ordinairement cystolithiques.
Poils capités peu répandus.
Stomates entourés de trois cellules.
Cristaux (rares) pulvérulents.

20. *Hydrophyllées.*
Mêmes caractères que les Borraginées.
Stomates ordinairement entourés de plusieurs cellules.
Convolvulacées. — ?
Polémoniacées. — ?

21. *Solanacées.*
Poils tecteurs unisériés.
Poils capités, à pied unisérié, à tête 1-∞-cellulée, divisée horizontalement et verticalement, quelquefois métamorphosés en poils tecteurs rayonnés, à pied 1-pluri-sérié.
Stomates entourés de trois ou plusieurs cellules.
Cristaux pulvérulents, plus rarement simples ou agglomérés.
Faisceaux bicollatéraux.

Classe IX. — PERSONALES.

22. *Scrofularinées.*
Poils tecteurs unisériés, simples, plus rarement ramifiés, très rarement unicellulés par réduction.
Poils capités, à tête 1-∞-cellulée, divisée verticalement.
Stomates entourés de trois ou de plusieurs cellules.
Cristaux prismatiques, octaédriques, lamellaires, aciculaires, rarement agglomérés, jamais pulvérulents.
Faisceaux simplement collatéraux.

23. *Gesnéracées.*
Mêmes caractères rationnels que les Scrofularinées.
Appareil stomatique conservant sa forme primitive; cristaux généralement répandus, tandis qu'ils sont rares chez chez les Scrofularinées.

24. *Bignoniacées.*
Poils tecteurs unisériés ou unicellulés.
Poils en écusson.
Stomates entourés de trois cellules ou de deux cellules parallèles à l'ostiole.
Cristaux octaédriques, prismatiques ou aciculaires.
(Famille peu homogène, peu distincte des Scrofularinées.)

25. *Acanthacées.*
Poils tecteurs unisériés ou, dans des genres déterminés, unicellulés.
Poils capités, à tête divisée verticalement.
Stomates accompagnés de deux ou plusieurs cellules perpendiculaires à l'ostiole.
Cristaux octaédriques, prismatiques, carrés ou aciculaires, simples.
Cystolithes de formes variées dans des genres déterminés.

Classe X. — Lamiales

26. *Verbénacées.*

Poils tecteurs unisériés, simples, rarement ramifiés, unicellulés, ordinairement cystolithiques dans des genres déterminés.

Poils capités, à tête 1-∞ cellulée, à tête divisée verticalement.

Stomates entourés de trois ou de plusieurs cellules.

Cristaux prismatiques simples ou mâclés, rarement agglomérés.

27. *Labiées.*

Poils tecteurs ordinairement unisériés, simples, plus rarement ramifiés.

Poils glanduleux, à tête 1-∞-cellulée, divisée verticalement.

Stomates entourés de deux cellules perpendiculaires à l'ostiole.

Cristaux nuls.

28. *Plantaginées.*

Poils tecteurs unisériés.

Poils capités, à tête bicellulée, divisée longitudinalement.

Stomates accompagnés de deux ou plusieurs cellules perpendiculaires l'ostiole.

Cristaux nuls.

EXPLICATION DES FIGURES.

Planche 9.

Fig. 1. Poil capité pris sur les jeunes organes du *Triosteum perfoliatum.* Les cellules de la tête contiennent un liquide jaune et des amas nuageux d'une matière colorante rose; plus tard, ce contenu se transforme en une matière uniformément jaune (300).

Fig. 2. Épiderme inférieur de la même plante avec un poil tecteur et montrant un stomate. Les cellules épidermiques renferment des grains de chlorophylle (300).

Fig. 3. Formes cristallines du *Lonicera Standishii.* — *a*, cristaux qui accompagnent les faisceaux des veinules; *b*, agglomération grossière prise dans la nervure médiane (300).

Fig. 4. Poil capité métamorphique du *Viburnum pyrifolium.* — *a*, vu d'en haut; *b*, vu de côté (300).

Fig. 5. Portion du jeune épiderme du *Viburnum acerifolium* montrant le passage de l'appareil stomatique du type crucifère au type rubiacé.

Fig. 6. Poil unisérié de la face iuférieure de la feuille du *Genipa Thunbergia* (300).

Fig. 7. Stomates de la même plante (300).

Fig. 8. Cristaux pris dans le parenchyme de la nervure médiane de la même plante.

Fig. 9. Cellule à raphides parmi les cellules en palissades du mésophylle du *Psychotria undulata* (300).

Fig. 10. Stomate de la même plante (300).

Fig. 11. Poil unicellulé par réduction sur la nervure médiane du *Pentagonia laciniata* (300).

Fig. 12. Agglomération et poussière cristalline dans le parenchyme du pétiole du *Cinchona succirubra* (300).

Fig. 13. Cristaux aciculaires dans l'épiderme supérieur d'un *Uncaria* indéterminé (300).

Fig. 14. Poils capités du *Valerianella olitoria*. — *a* et *b*, vus de deux côtés différents (300).

Fig. 15. Poil tecteur de la même plante (300).

Fig. 16. Développement de l'appareil stomatique chez la même plante.

Fig. 17. Base d'un poil tecteur unicellulé du *Scabiosa Columbaria* (150).

Fig. 18. Poil capité du *Scabiosa caucasica* (300).

Fig. 19. Poil capité pris sur le pédoncule du *Knautia hybrida* (150).

Fig. 20. Poil tecteur pris au même endroit.

Fig. 21. Épiderme inférieur du *Dipsacus azureus* (300).

Planche 10.

Fig. 1. Poils pris sur la feuille du *Coreopsis auriculata* (300).

Fig. 2. Poil pris sur la feuille de l'*Asteriscus aquaticus* (150).

Fig. 3. Poil pris sur la feuille du *Vernonia flexuosa* (300).

Fig. 4. Poil pris sur la feuille du *Catananche cærulea* (150).

Fig. 5. Poil pris sur la feuille du *Cirsium lanceolatum* (150).

Fig. 6. Poil pris sur la feuille de l'*Antennaria plantaginea* (300).

Fig. 7. Poil pris sur la feuille du *Seriola ætnensis* (150).

Fig. 8. Sommet d'un poil pris à la face supérieure de la feuille du *Thrincia hispida* (150).

Fig. 9. Poil pris sur l'ovaire du *Solidago Shortii* (300).

Fig. 10. Poil pris sur le pétiole du *Palafoxia texana* (150).

Fig. 11. Poil pris sur l'involucre du *Chrysanthemum coronarium* (300).

Fig. 12. Poil pris sur le pédoncule du *Palafoxia texana* (150).

Fig. 13. Poil pris au fond du jeune capitule du *Chrysanthemum coronarium* (300).

Fig. 14. Poil pris à la face inférieure de la feuille de l'*Andryala sinuata* (150).

Fig. 15. Développement des stomates chez l'*Eupatorium triplinerve* (300).

Fig. 16. Stomates adultes de la même plante (300).

Fig. 17. Stomates de *Palafoxia texana* (150).

Fig. 18. Cellule cristalligène prise dans le parenchyme fondamental du pétiole du *Cosmophyllum cacaliæfolium* (300).

Fig. 19. Formes cristallines du pétiole du *Conoclinium ianthinum* (300).

Fig. 20. Stomate saillant du *Cineraria cruenta* (300).

Planche 11.

Fig. 1. Poil pris sur la jeune feuille du *Campanula laciniata* (300).

Fig. 2. Poil pris sur la nervure médiane de la feuille de l'*Adenophora liliiflora* (300).

Fig. 3. Développement des stomates chez la même plante (300).

Fig. 4. Stomate adulte de l'*Adenophora latifolia* (300).

Fig. 5. Poil pris dans la rigole de la face inférieure de la feuille de l'*Erica cinerea* (300).

Fig. 6. Poil du *Leucothoe buxifolia* (150).

Fig. 7. *Idem.*

Fig. 8. Poil pris sur le pétiole de l'*Arctostaphylos Uva-Ursi* (150).

Fig. 9. Coupe verticale de l'épiderme supérieur et poil du *Kalmia latifolia* (300).

Fig. 10. Poil pris sur la feuille du *Rhododendron arboreum.*

Fig. 11. Épiderme inférieur du *Rhododendron Maddenii.* Stomates groupés au-dessous du poil; celui-ci étant enlevé, sa place est marquée par les deux cellules basilaires visibles au milieu de la figure (300).

Fig. 12. Moitié du poil du même; les cavités des cellules du milieu, très rétrécies, ne sont pas visibles au milieu de l'huile sécrétée (300).

Fig. 13. L'un des cils du bord géométrique de la feuille de l'*Erica ciliaris* (150).

Fig. 14. Poil du *Rhododendron argenteum* (150).

Fig. 15. Formes cristallines du parenchyme de la nervure médiane du *Rhododendron arboreum* (300).

Fig. 16. Formes cristallines observées le long des faisceaux des veinules chez le *Leucothoe coriacea* (300).

Fig. 17. Coupe verticale de l'épiderme inférieur du *Rhododendron formosum*, montrant un stomate saillant et deux papilles épidermiques (300).

Fig. 18. Stomate saillant du *Rhododendron arboreum.* — *a*, en coupe verticale; *b*, de face, sur l'épiderme vu de dessous (300).

Fig. 19. Schéma de la coupe de la nervure médiane du *Rhododendron arboreum;* les hachures horizontales indiquent le parenchyme assimilateur, le pointillé, le tissu mécanique.

Planche 12.

Fig. 1. Épiderme inférieur de l'*Oncostemon filamentosum* (300).

Fig. 2. Glande résineuse du *Myrsine potana*, sur la coupe transversale du limbe (300).

Fig. 3. Épiderme inférieur du *Myrsine capitellata* (300).

Fig. 4. Glande oléo-résineuse prise dans la coupe transversale du limbe de la même plante (300).

Fig. 5. Coupe transversale de la feuille du *Jacquinia ruscifolia* (300).

Fig. 6. Poil pris sur la nervure médiane du *Jacquinia macrocarpa* (300).

Fig. 7. Poil de *Sideroxylon.*

Fig. 8. Poil du *Lucuma mammosa.*

Fig. 9. Épiderme inférieur de l'*Achras Sapota* (300).

Fig. 10. Coupe verticale de la feuille du *Bumelia tenax.*

Fig. 11. Cellules laticifères du pétiole de l'*Achras Sapota* (150).

Fig. 12. Cristaux du pétiole du *Lucuma mammosa.*

Planche 13.

Fig. 1. Poil capité du *Diospyros chinensis* (300).
Fig. 2. Coupe transversale de l'épiderme inférieur papilleux du *Diospyros discolor* (300).
Fig. 3. Stomate du *Diospyros Kaki* (300).
Fig. 4. Cristal pris dans le parenchyme en palissades du *Macreightia chlorantha* (300).
Fig. 5. Coupe transversale de la feuille de la même plante, montrant un cristal d'une forme différente en place (300).
Fig. 6. Poil de la même plante. Contenu brun verdâtre (300).
Fig. 7. Cellules scléreuses (spicules) parmi les cellules en palissades de l'*Olea excelsa* (300).
Fig. 8. Épiderme inférieur de l'*Olea excelsa* (300).
Fig. 9. Poil pris à la face inférieure de la même feuille (300).
Fig. 10. Cellule scléreuse du mésophylle de l'*Olea americana* (300).
Fig. 11, *a* et *b*. Stomates de dimensions très différentes pris côte à côte sur la même feuille de l'*Olea undulata*.
Fig. 12. Partie supérieure d'une coupe transversale de la feuille du *Noronhia emarginata* (300).
Fig. 13. Poil de la face inférieure de la feuille de l'*Allamanda Schottii* (300).
Fig. 14. Poil de la face inférieure de la feuille de l'*Echites peltata* (300).
Fig. 15. Stomate du *Plumeria alba* (300).
Fig. 16. Cristaux pris dans l'assise sous-épidermique, le long d'une nervure de la même plante (300).
Fig. 17. Cristaux pris dans le pétiole de l'*Alstonia scholaris* (300).
Fig. 18. Épiderme inférieur du *Cerbera Manghas* (300).
Fig. 19. Coupe longitudinale d'un des canaux bordés de cellules chlorophylliennes dans le pétiole du *Plumeria alba* (300). A gauche, le long du canal, les cellules chlorophylliennes; au fond du canal, les mêmes cellules vues de face; à droite, ce canal est bordé de cellules médullaires; plus loin, tube cribreux du liber interne.
Fig. 20. Cristaux du parenchyme libérien, pris dans le pétiole du *Cerbera Manghas* (300).

Planche 14.

Fig. 1. Poil cystolithique pris à la face supérieure de la feuille du *Cordia ferruginea* (300).
Fig. 2. Stomates du *Cerinthe minor* (300).
Fig. 3. Portion d'une plaque cystolithique de la même plante; au milieu, le poil avorté (300).
Fig. 4. Poil de l'épiderme supérieur de l'*Omphalodes verna* (400).
Fig. 5. Extrémités de poils glanduleux pris sur la feuille du *Nicotiana rustica* (150).
Fig. 6. Poil capité de la feuille du *Scopolia orientalis* (300).
Fig. 7. Poil pris à la face supérieure de la feuille du *Nicotiana rustica* (150).

Fig. 8. Mode de dévelopement des stomates et stomate adulte du *Scopolia orientalis* (300).

Fig. 9. Poil capité métamorphique du *Solanum macrophyllum* (100).

Fig. 10. Poil de *Gesnera longifolia* (300).

Fig. 11. Cristaux de la nervure médiane du *Nematanthus Guilleminianus* (300).

Fig. 12. Cristaux pris dans le pétiole de l'*Æschinanthus pulcher* (300).

Fig. 13. Épiderme inférieur du *Moussonia elegans* (300).

Fig. 14. Épiderme inférieur du *Ramondia pyrenaica* (300).

Planche 15.

Fig. 1. Épiderme inférieur du *Dilivaria ilicifolia* (300). Les cristaux aciculaires n'ont été figurés que dans quelques-unes des cellules.

Fig. 2. Cellule cristalligène de la nervure médiane de la même plante (300).

Fig. 3. Épiderme inférieur du *Sanchezia nobilis* (300); mode de développement des stomates; cystolithe; au bas de la longue cellule cystolithique on voit son insertion dans l'épiderme.

Fig. 4. Épiderme inférieur du *Petræa volubilis* (300).

Fig. 5. Poil cystolithique du *Lippia Montevidensis* (300).

Fig. 6. Développement des stomates et stomates adultes du *Cytharexylum quadrangulare*.

Fig. 7. Poil du *Salvia glutinosa* (300).

Fig. 8. Épiderme inférieur du *Lavandula Spica* (300).

Fig. 9. Poil flagelliforme du *Salvia grandiflora* (150).

Fig. 10. Épiderme inférieur du *Thymus vulgaris* (300).

Fig. 11. Épiderme supérieur de la même plante (300).

Fig. 12. Épiderme du *Plantago subulata* (300).

TABLE DES ARTICLES

CONTENUS DANS CE VOLUME.

ORGANOGRAPHIE, ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE VÉGÉTALES

MONOGRAPHIES ET DESCRIPTIONS DE PLANTES

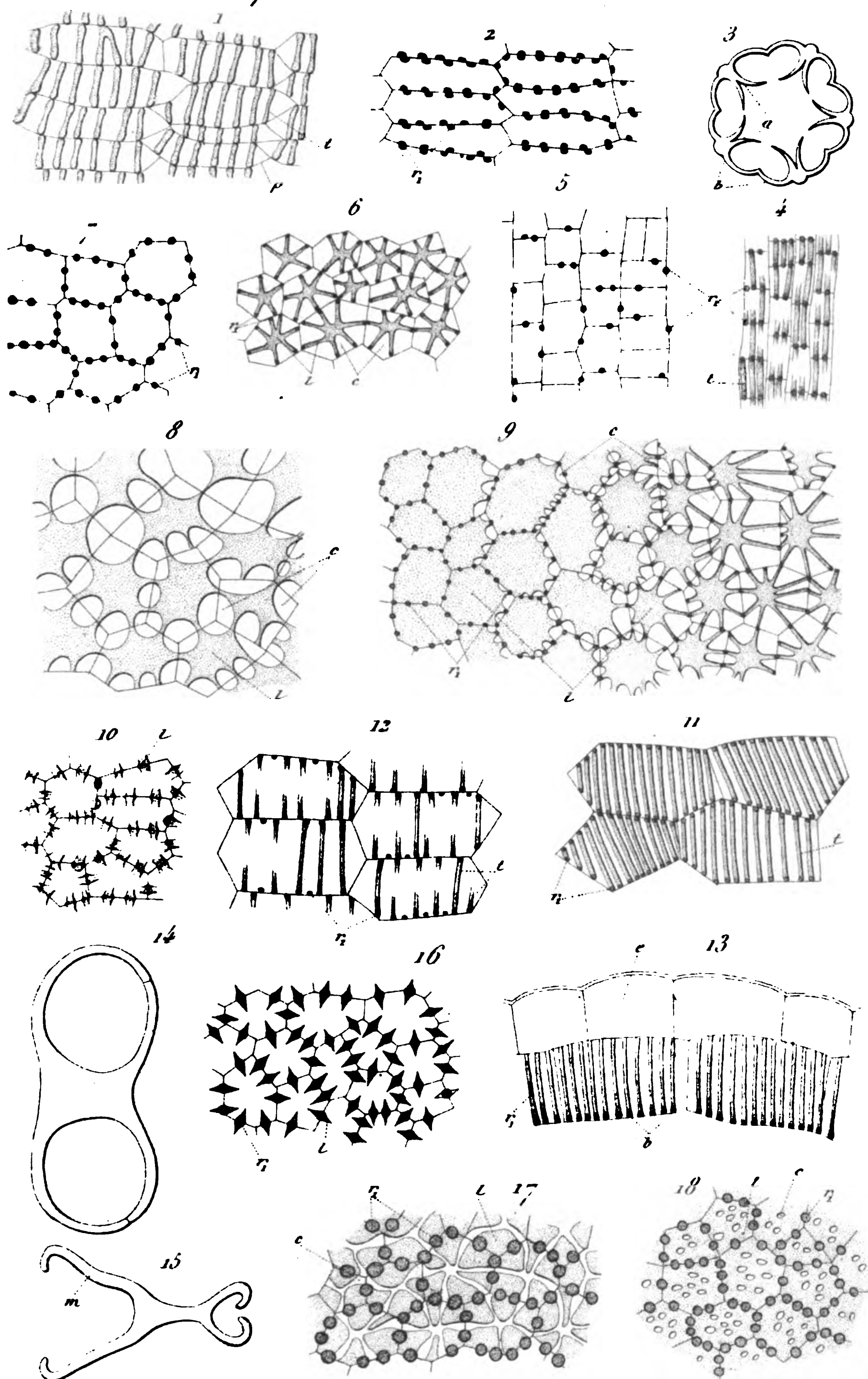
TABLE DES MATIÈRES

PAR NOMS D'AUTEURS.

TABLE DES PLANCHES

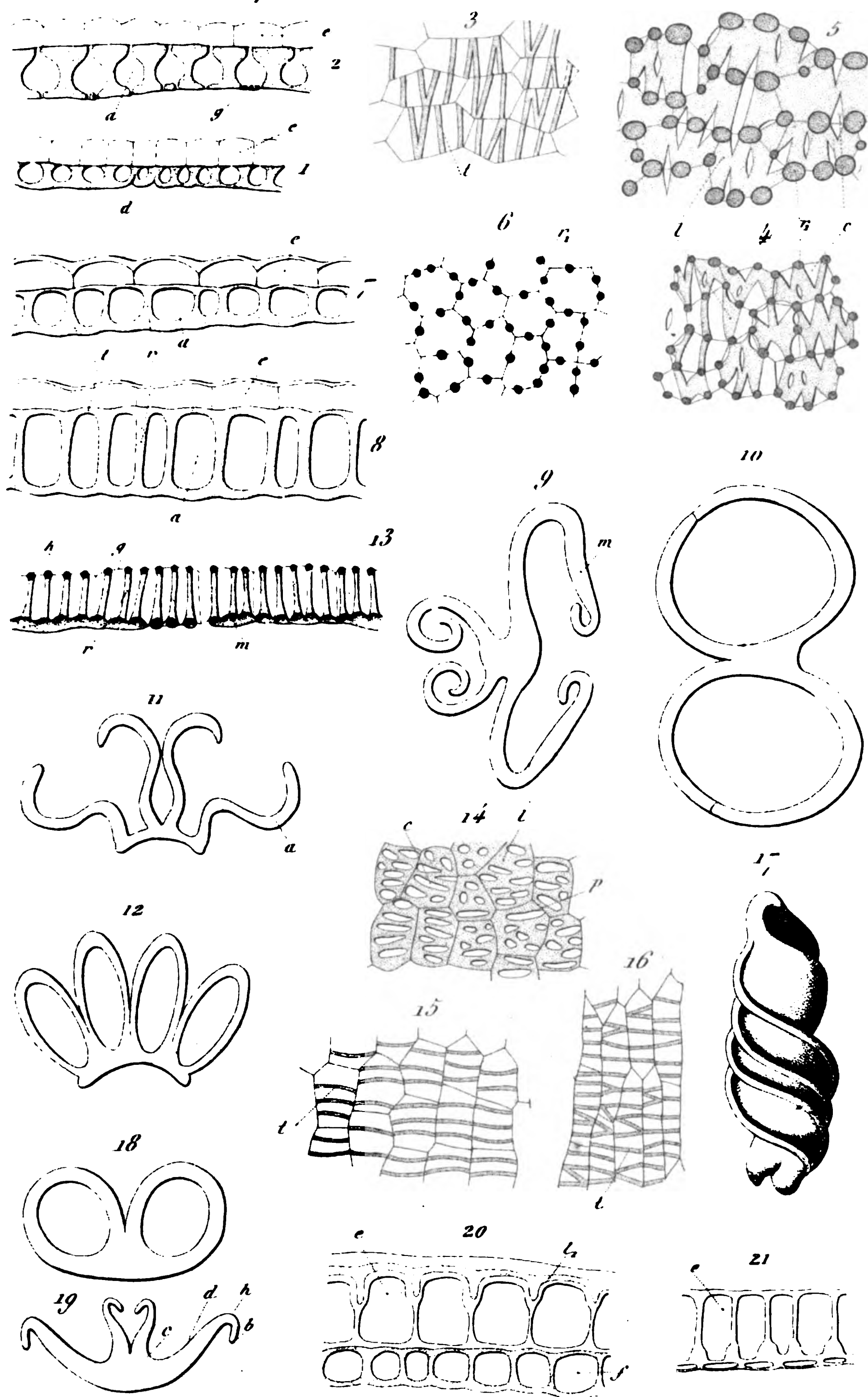
CONTENUES DANS CE VOLUME.

BOURLOTON. — Imprimeries réunies, A, rue Mignon, 2, Paris.



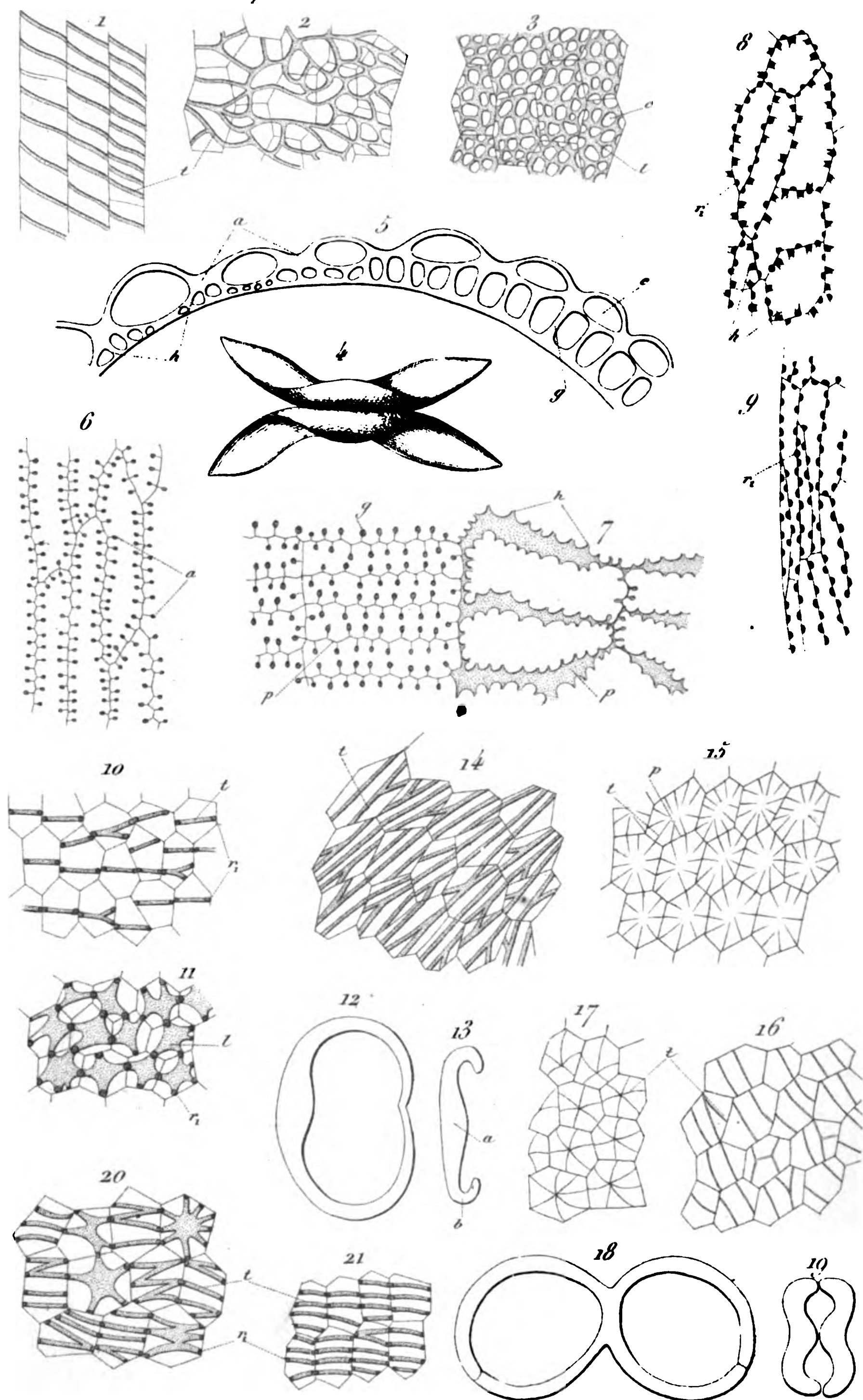
M. L. du S. del. Dufour sc.

Lychnis (1-2) - Helianthus (3-5) - Malva (6)
Aquilegia (7-8), Erodium (9), Calycanthus (10) -
Iris (11-13), Nigella (14-18)



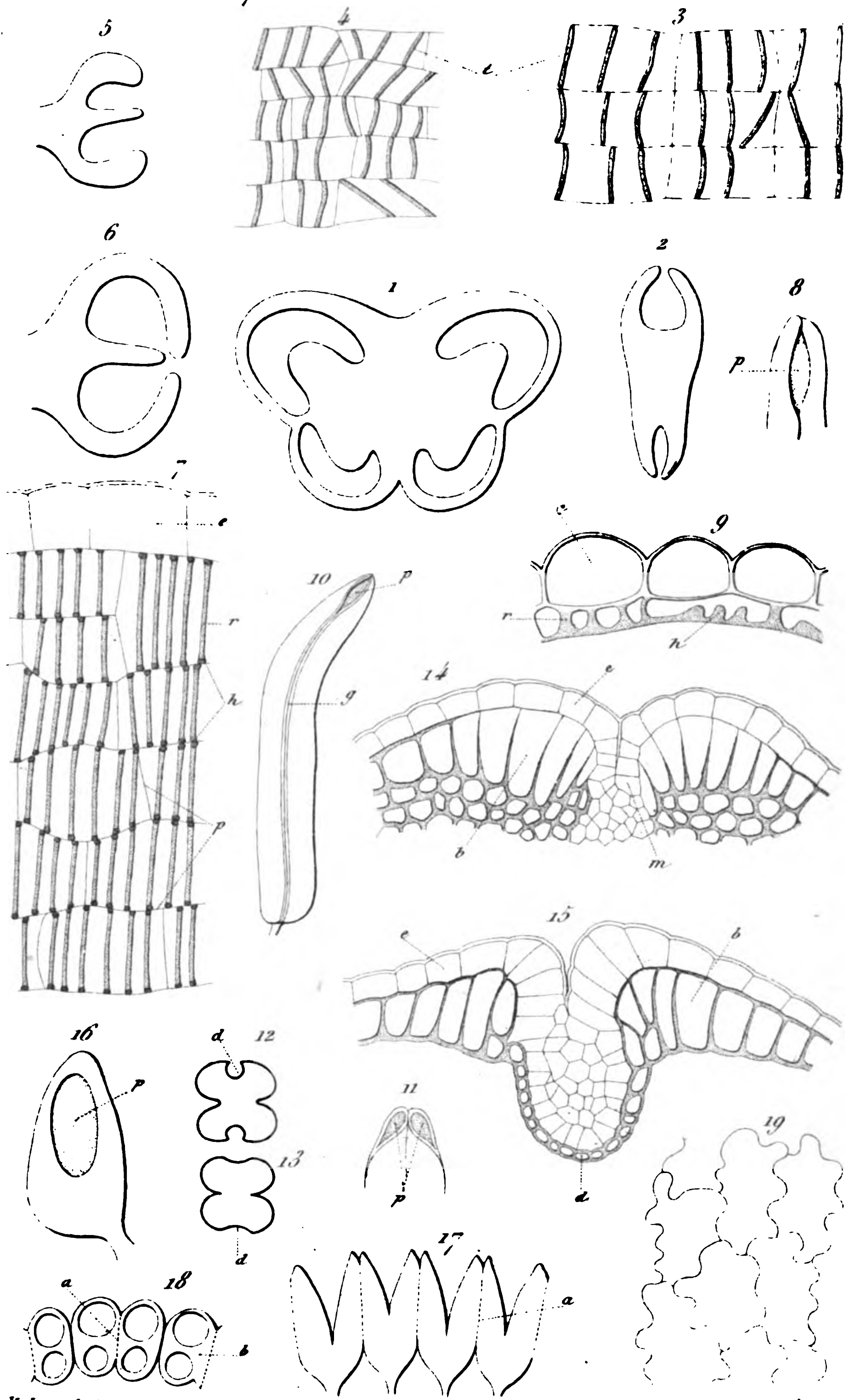
M. L. du S. del. Dufour. sc.

Nigella (1-2). *Delphinium* (3-10). *Borrago* (11-16). *Erythræa* (17-21).



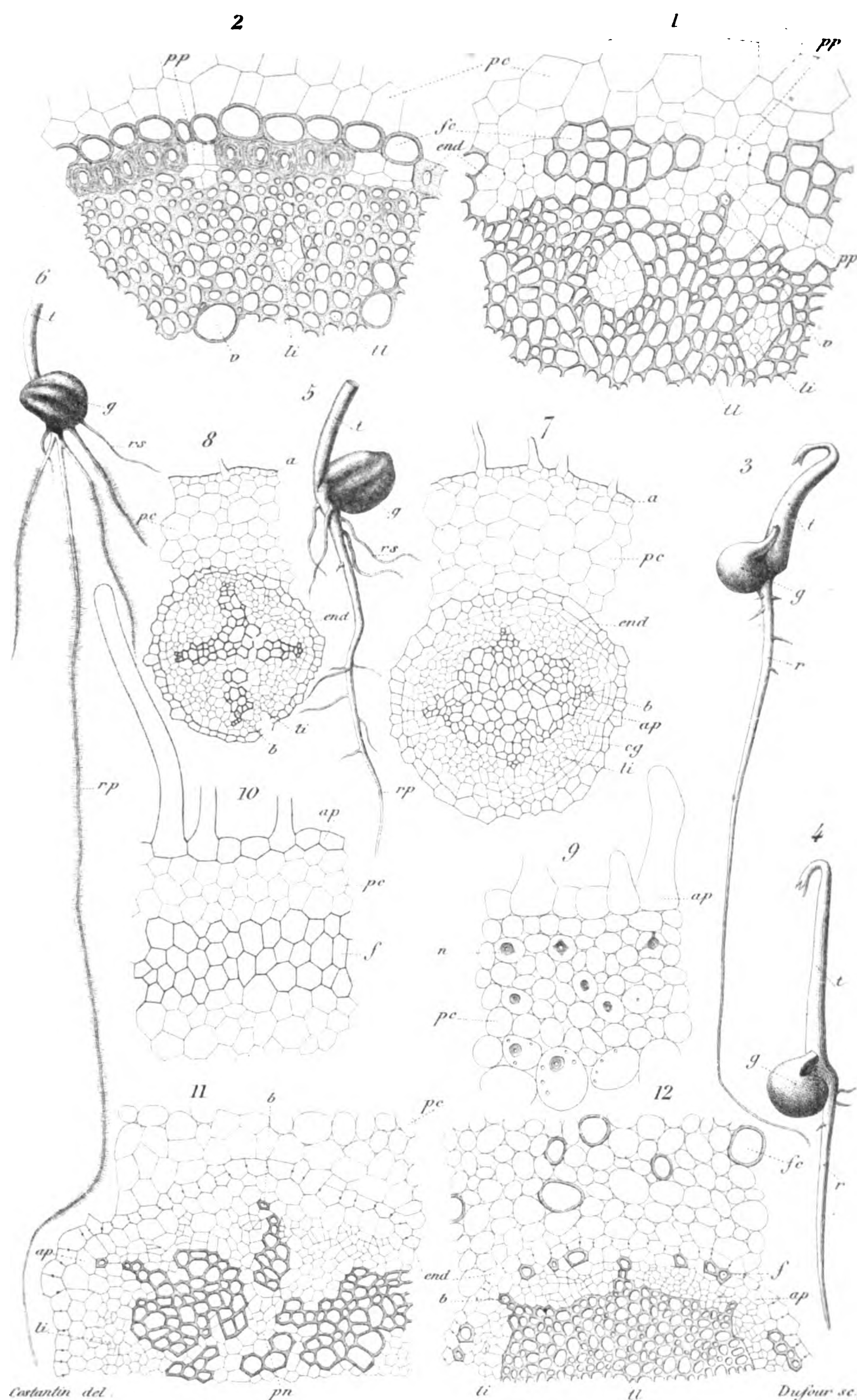
M. L. du S. del. Dufour. sc.

Erythræa (1-3), Alopecurus (4-7), Pinus (8-9)
Mahonia (10-11), Antirrhinum (12-17), Nicotiana (18-21)

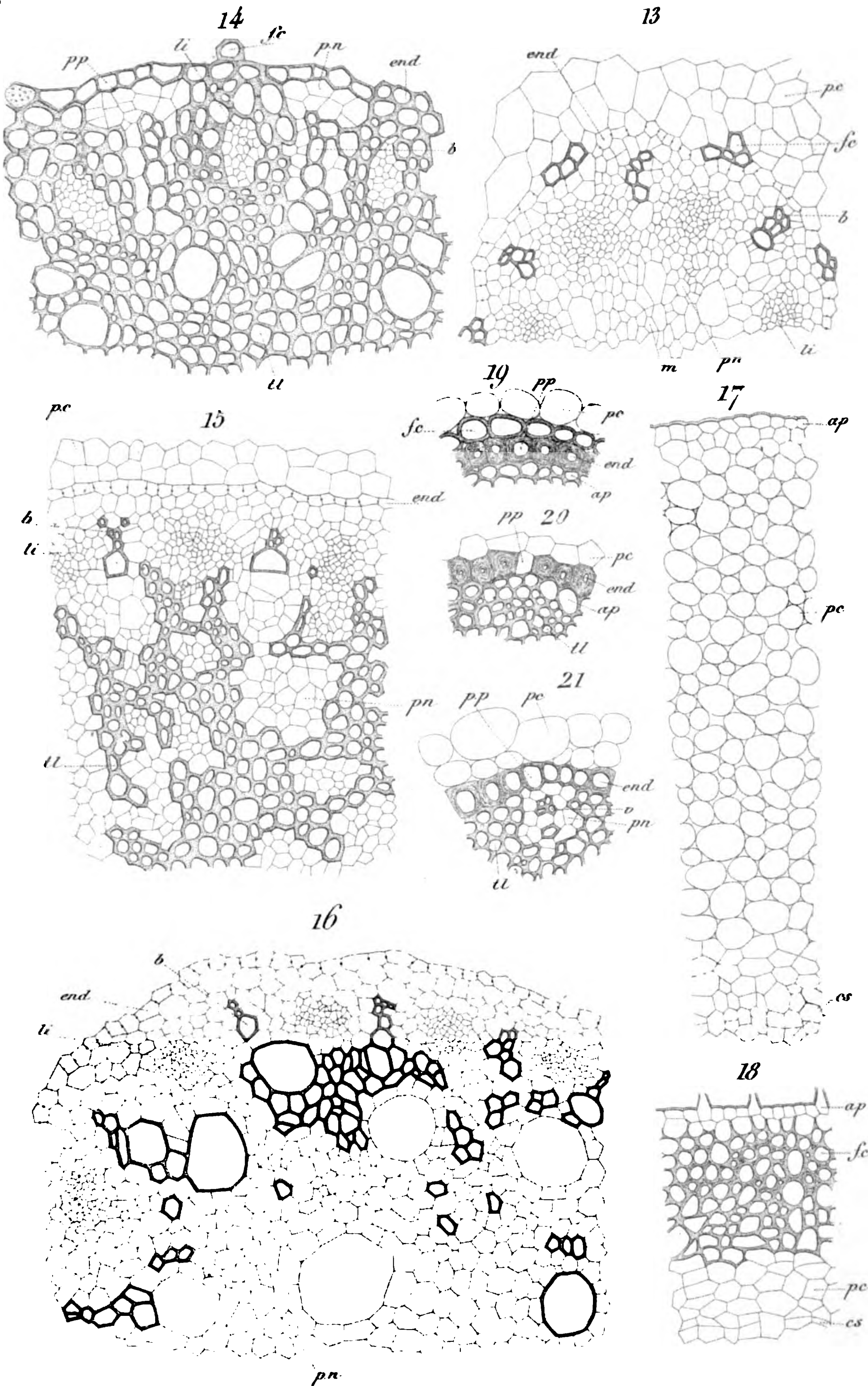


M. L. du S. del. Dufour. sc.

Datura (1-4) - Iris (5-7) - Zea (8-9)
Cassia (10-15) - Erica (16-19)

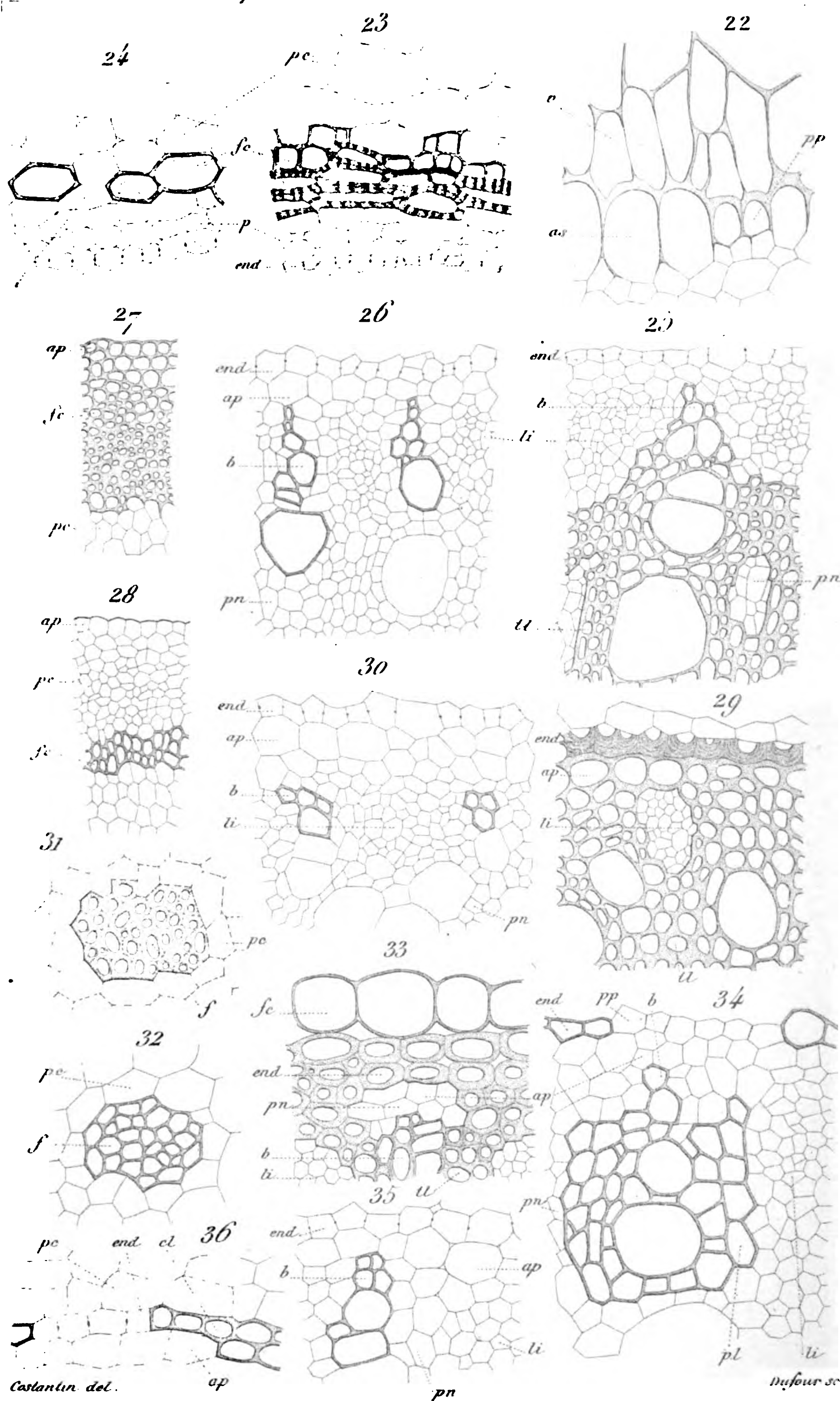


Vanda (1, sout. – 2, aér.). Pisum (3, sout. – 4, aér.) Tropæolum (5, 7, sout. – 6, 8, obsc.)
Phœnix (9, sout. – 10, aér.). Ruyschia (11, sout. – 12, aér.).



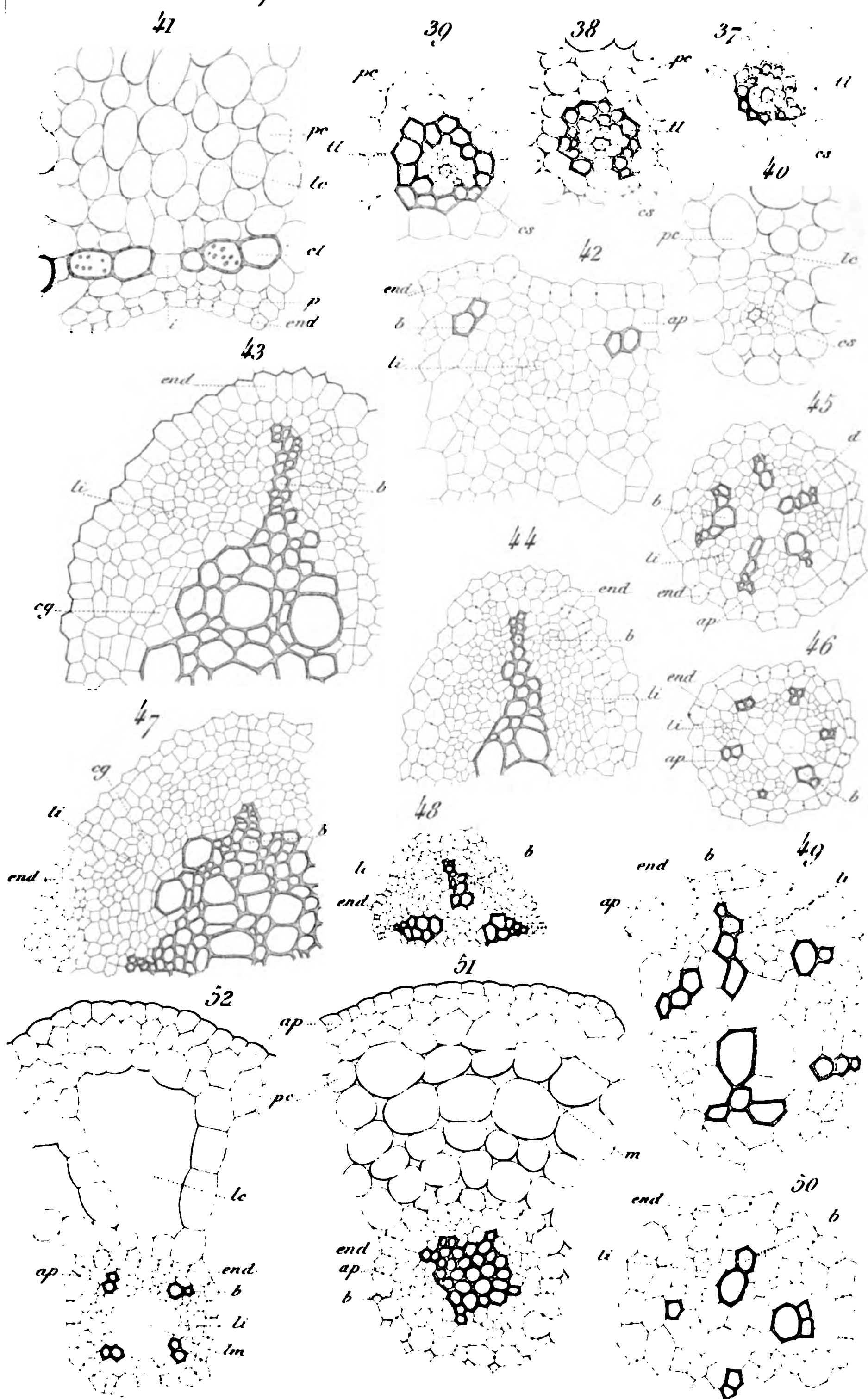
Costantin del. Dufour sc.

Anthurium (13, sout. _ 14, aér.). Monstera (15, aér. _ 16, sout.)
Coussapoa (17, sout. _ 18, aér.) Angræcum (19, 20, aér. _ 21, soul.)

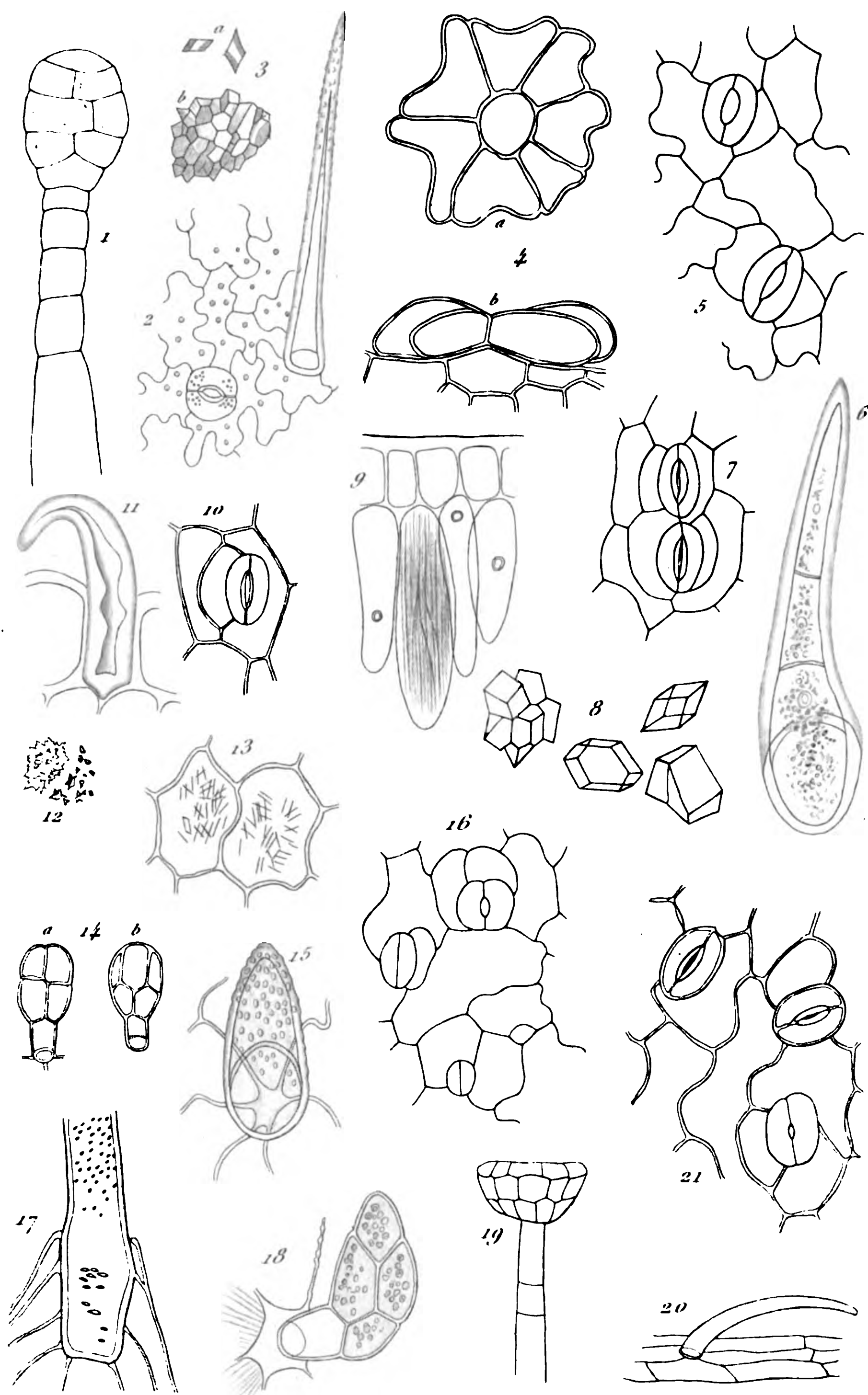


Costantin del. Dufour sc.

Angrecum (22, sout.). Tornelia (23, 25, aér. _ 24, 26, sout.)
Phœnix (27, 29, 31, aér. _ 28, 30, 32, sout.). Anthurium (33, aér. _ 34, 35, 36, sout.)

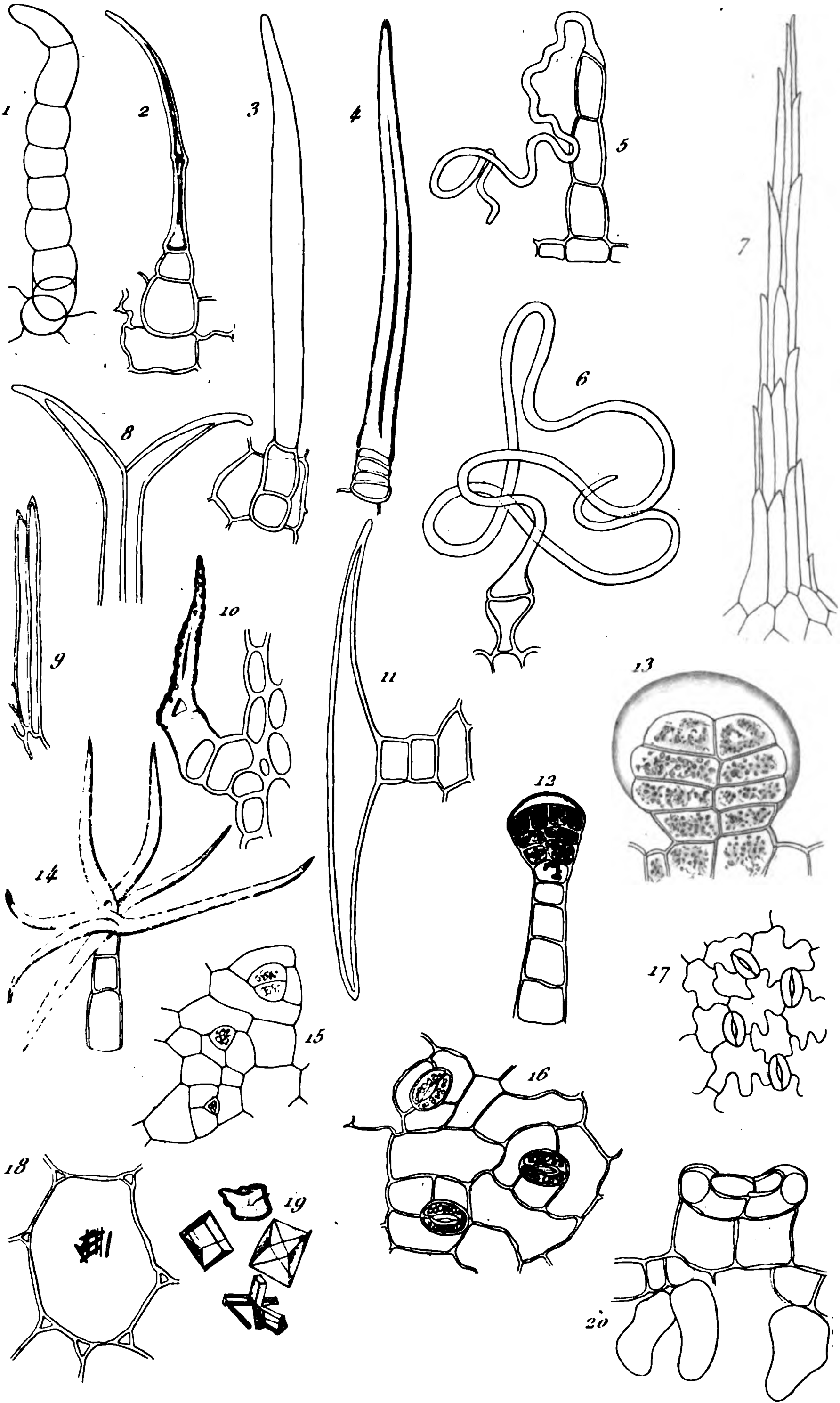


Anthurium (37, aér. — 38, 39, sout. — 40, aqua.) Tornelia (41, 42, aqua.) Lupinus (43, sout. — 44, aqua.)
Asphodelus (45, aér. — 46, aqua.) Ricinus (47, soul. — 48, aqua.) Asphodeline (49, soul. — 50, aqua.)
Bidens (51, sout. — 52, aqua.)



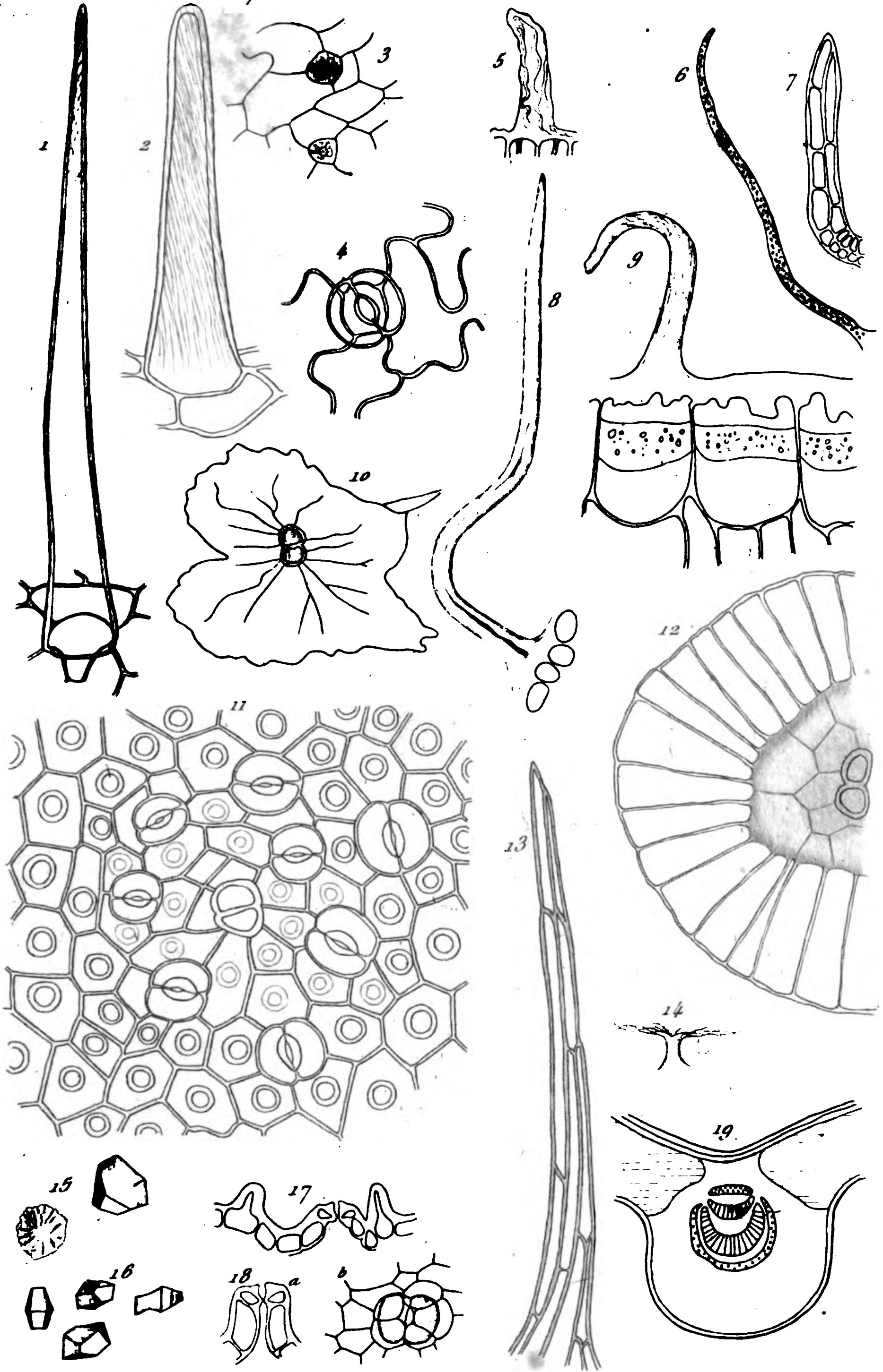
Caprifoliacées (1-5). Rubiacées (6-13). Valérianées (14-16). Dipsacées (17-21).

Imp. Lemercier et Cie Paris.



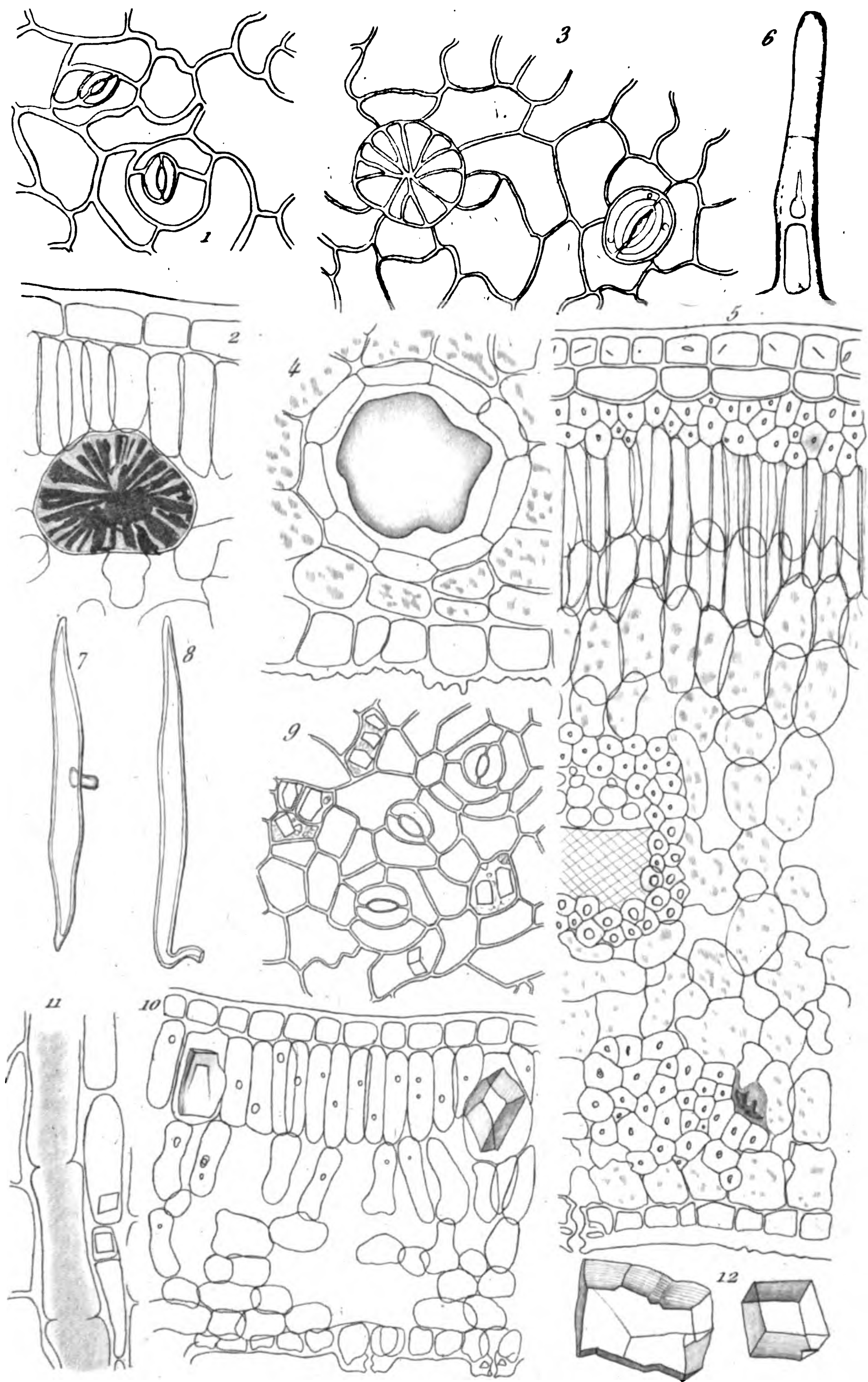
Composées.

Imp. Lemercier et Cie Paris.



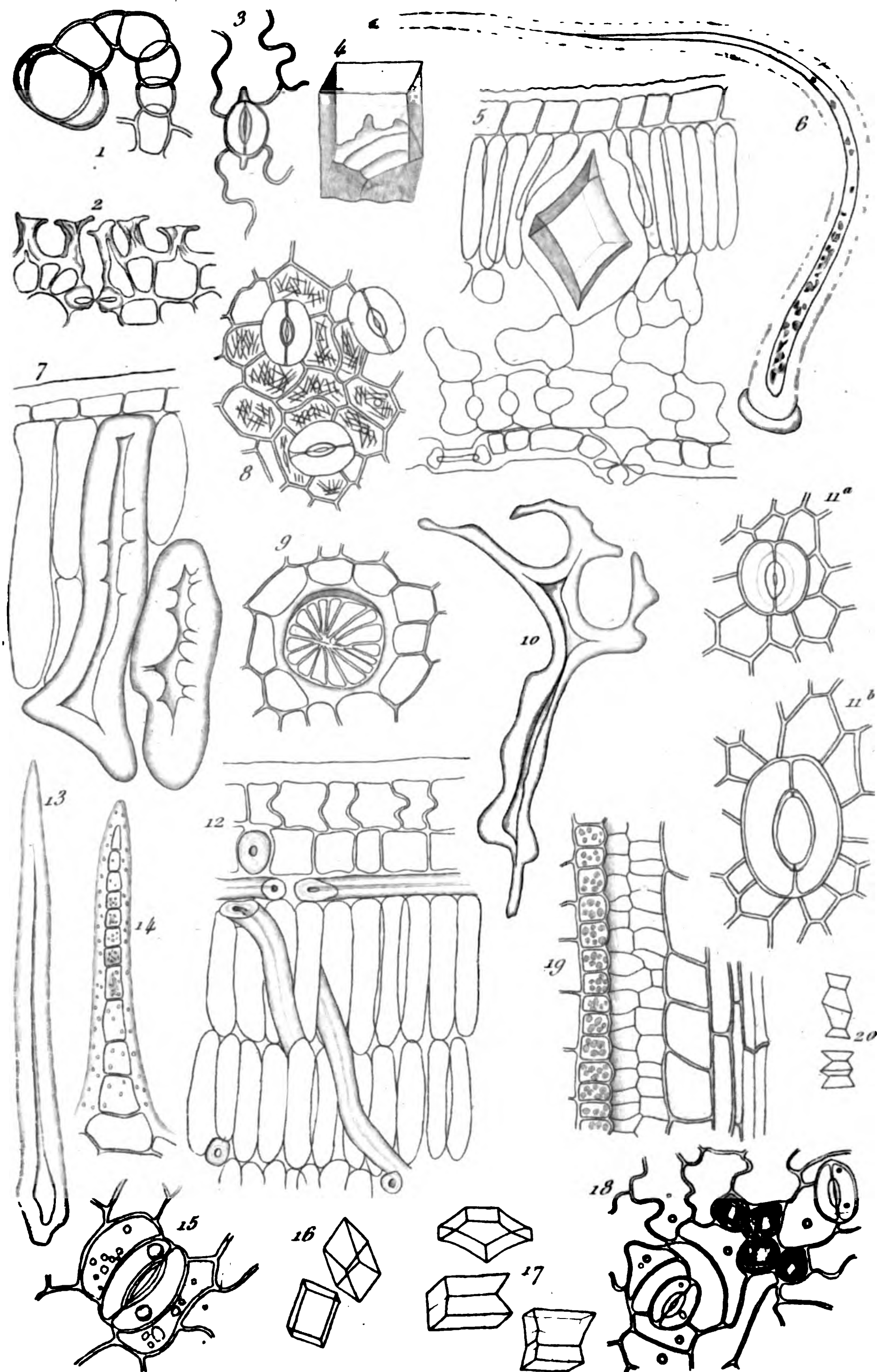
Campanulacées (1-4). Ericacées (5-19).

Imp. Lemercier et Cie Paris.



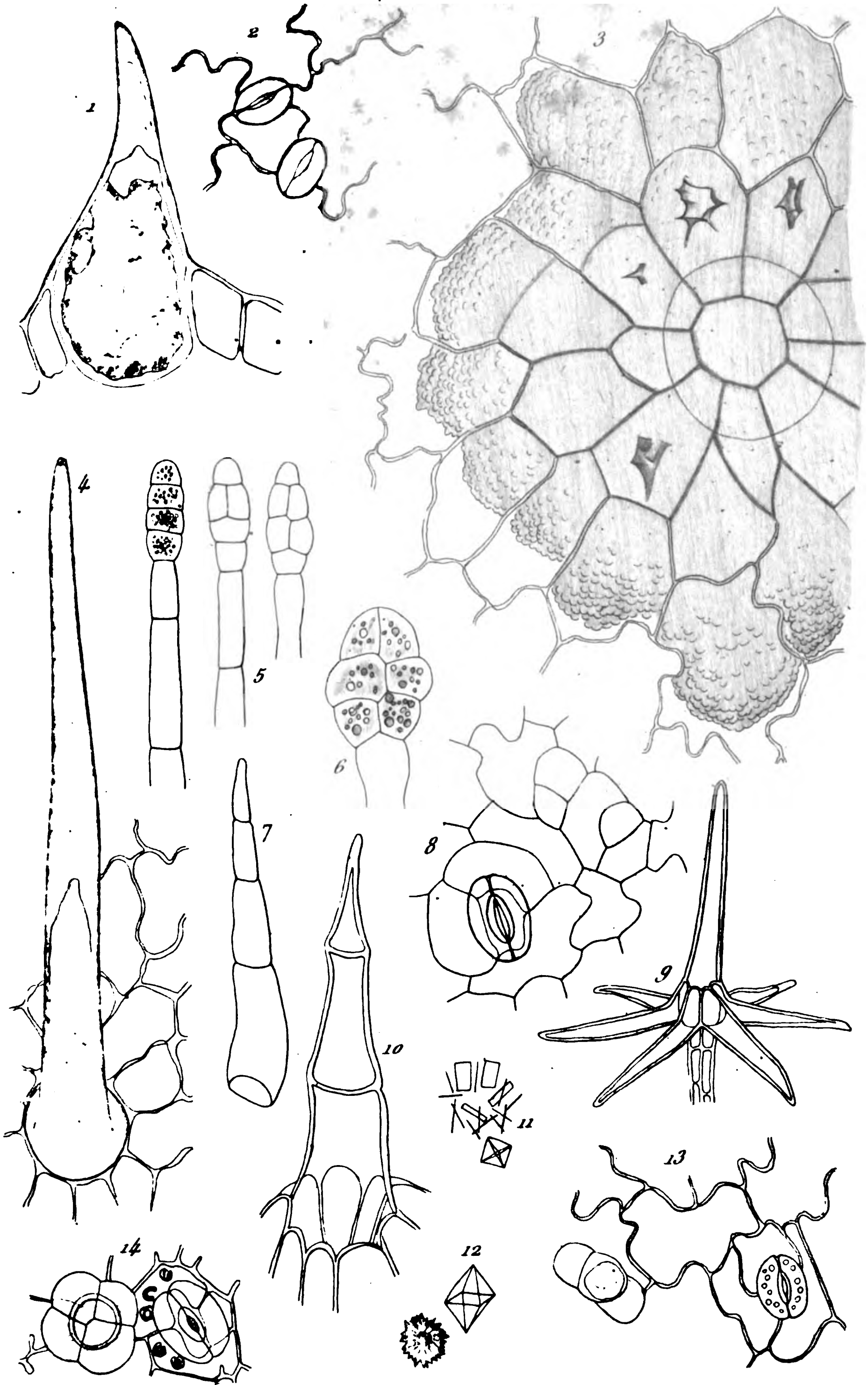
Myrsinées (1-6). Sapotacées (7-12).

Imp. Lemercier et Cie Paris.



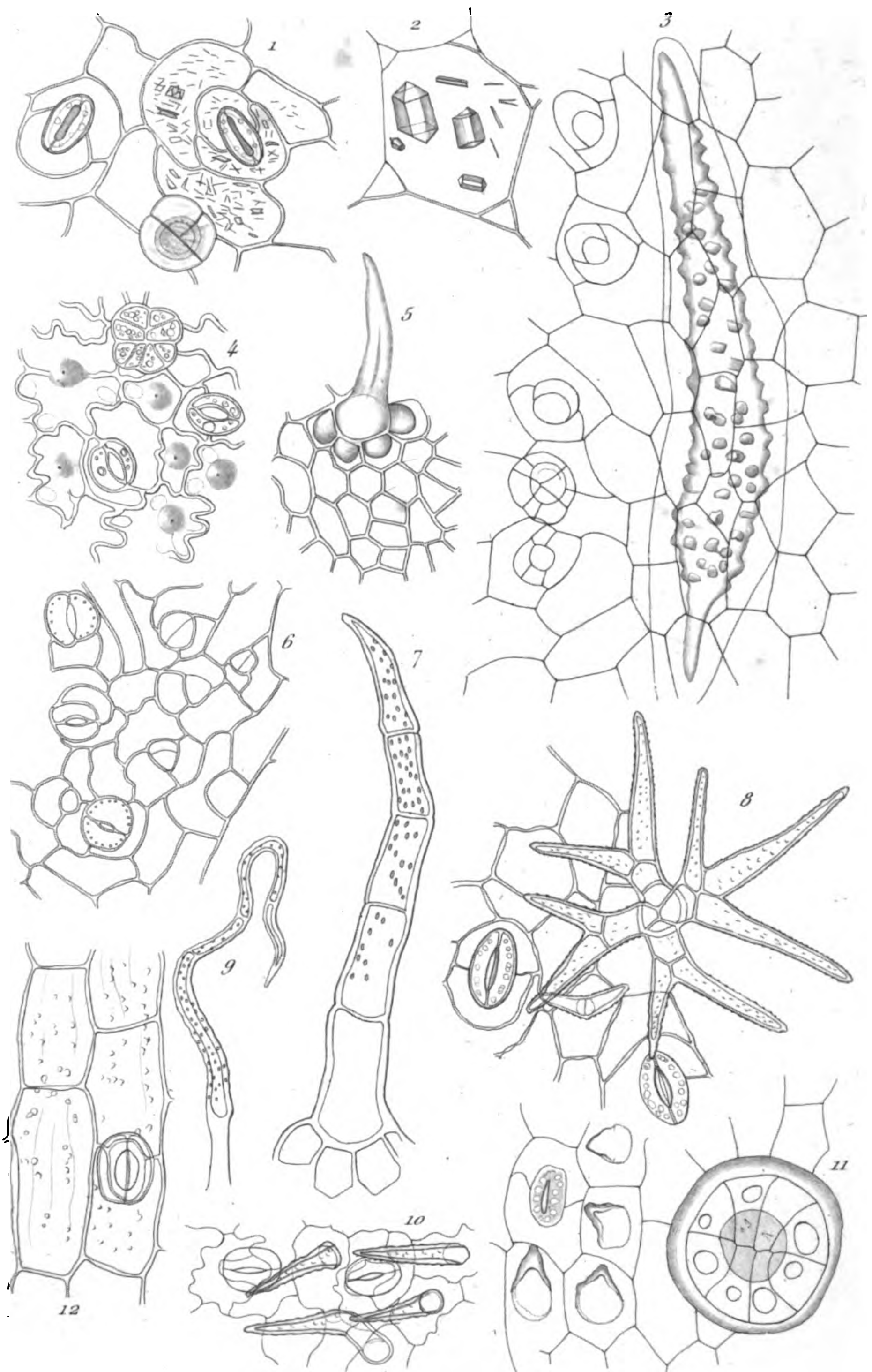
Ebénacées (1-6). Oléacées (7-12). Apocynées (13-20).

Imp. Lemercier et Cie Paris.



Borraginées (1-4). Solanées (5-9). Gesneracées (10-14).

Imp. Lemercier et C.ie Paris.



Acanthacées (1-3). Verbénacées (4-6). Labiées (7-11). Plantaginées (12).

Imp. Lemercier et Cie Paris.

